

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Teoretická a evoluční biologie



Bc. Ivan Loginov

Evoluční a teoreticko-biologické aspekty díla Bohumila Němce

Evolutionary and theoretical aspects of the biological work of Bohumil Němec

Diplomová práce

Školitel: Mgr. Tomáš Hermann, Ph.D.

Praha, 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 10.08.2020

Podpis

Poděkování

Děkuji svému školiteli Mgr. Tomáši Hermannovi, Ph.D za četné rady, za pomoc s celkovou konceptualizací této práce a především za trpělivost.

Děkuji svým rodičům, přátelům a kolegům za podporu, bez které by tato práce nevznikla. Jmenovitě bych rád poděkoval Vendule Bérové, Josefíně Paloudové, Tereze Slavíčkové, Luboši Tomandlovi a Markétě Žižkové za korekturu a Ondřeji Lipkovi za naskenování materiálů nedostupných v pražských knihovnách.

Děkuji Dr. Phil. Anně Michalík Kvíčalová, MA za projevenou důvěru a přijetí do výzkumného projektu *The Second Sense: Sound, Hearing and Nature in the Czech Modernity*.

Děkuji Barboře Jelínkové za to, že mi během celého magisterského studia byla oporou, ale též za to, že se mnou pravidelně řešila témata zkoumaná v této práci a že se mnou konzultovala otázky týkající se rostlinné fyziologie a buněčné biologie.

Abstrakt

Rostlinný fyziolog Bohumil Němec patří mezi nejvýznamnější osobnosti v dějinách české vědy. V této práci jsou zmapovány a uvedeny do kontextu zásadní koncepty a teorie, které B. Němec rozpracovával ve svých odborných i populárně-naučných publikacích. K doplnění slouží i materiály získané z osobního fondu B. Němce uloženého v Archivu AV ČR. Konkrétně jsou rozebrány otázky kolem vedení vzruchu u rostlin, statolitové teorie gravitropismu, morfestezie, organogenů, přístupu B. Němce k evoluční teorii a genetice a kolem rozdělení organismů na dvě skupiny. Kromě toho je naznačena Němcova role v dobových diskuzích o vitalismu, mechanicismu a vlivu těchto dvou směrů na přístup k vědeckému bádání. Dokládá se tím Němcův posun od mechanicismu k tzv. fyziologii dráždivosti. Výstupem práce je prohloubení poznání v oblasti dějin rostlinné fyziologie a zejména dějin přírodních věd v českém prostředí.

Klíčová slova

Bohumil Němec, gravitropismus, fyziologie rostlin, rostlinná neurobiologie, morfogeneze, evoluce.

Abstract

Plant physiologist Bohumil Němec is one of the most important people in the history of Czech science. In this thesis, crucial concepts and theories that B. Němec developed in his scientific and popularizing publications are described and put in context. In addition, materials from the personal fond of B. Němec located in the Archive of the CAS were used. Particular questions tackled in this thesis are those of stimuli transmission in plants, the starch-statolith theory of gravitropism, morphaesthesia, organogenes, Němec's approach to evolutionary theory, and genetics, and the division of organisms in two groups. Moreover, Němec's role in the contemporary debates about vitalism, mechanism, and the effect of these two philosophies on the approach towards scientific research is indicated. By that, Němec's transition from the mechanism to the so-called physiology of stimuli (Rheizphysiologie) is illustrated. The outcome of the thesis is broadening the knowledge in the history of plant physiology, especially the history of the natural sciences in the Czech context.

Keywords

Bohumil Němec, gravitropism, plant physiology, plant neurobiology, morphogenesis, evolution.

Obsah

Úvod	1
Cíle	2
Metodika	2
1. Bohumil Němec a jeho činnost	4
2. Vztah B. Němce k vitalismu a mechanicismu	8
2.1. Vitalismus a mechanicismus	8
2.2. Spor o principie vědeckého poznání	10
2.3. Role B. Němce ve sporu o Živu	13
2.4. Pozdější Němcova reflexe	16
3. Dráždivost, smysly a rostlinná neurobiologie	19
3.1. Historické přístupy ke smyslovému a duševnímu životu rostlin	19
3.2. Výzkum rostlinné dráždivost	21
3.3. Nervové fibrily a dráždivost plazmy	27
3.4. Význam vláken nalezených B. Němcem	33
3.5. České pojmosloví a oduševnělost rostlin	37
3.6. Smysly a duše rostlin	43
3.7. Shrnutí	46
4. Gravitropismus u rostlin	47
4.1. Výzkum gravitropismu před B. Němcem	47
4.2. Němcův výzkum gravitropického zakřivení a statolitová hypotéza	56
4.3. Osudy statolitové teorie	65
4.4. Shrnutí	67
5. Morfogeneze	70
5.1. Morfestezie	70
5.2. Organogeny	74
6. Evoluční biologie a genetika	76
6.1. Vzpomínky B. Němce na přijetí darwinismu v českém vědeckém prostředí	81
6.2. Úvahy B. Němce o evoluci a dědičnosti	83
6.3. Výzkum B. Němce na poli evoluce a genetiky	88
6.3.1. Evoluční otázky	88
6.3.2. Němcův výzkum karyokineze a dědičnosti	90
6.3.3. Nové cytologické a genetické pojmy zavedené B. Němcem	92
6.3.4. Shrnutí	94
7. Rozdělení organismů na dvě skupiny	96
7.1. Rozdělení organismů	96
7.2. Němcův přístup k rozdělení organismů v roce 1929	98
8. Závěr	102
9. Přílohy	103

Úvod

Předkládaná práce je zaměřená na teoreticko-biologické a evoluční aspekty myšlení a díla významného českého rostlinného fyziologa Bohumila Němce. Nejdůležitější teoretické otázky, kterými se B. Němec zabýval, jsou popsány a zasazeny do kontextu soudobé české i světové vědy. Je naznačeno i postavení Němcových nálezů a teorií v kontextu vědy současné.

V první kapitole je uveden dobový stav rostlinné fyziologie a věd o životě obecně a představen B. Němec a jeho činnost. Ve druhé kapitole je popsán vztah B. Němce k dobovým diskuzím o vitalismu a mechanicizmu a zejména jeho role v tzv. sporu o principie vědeckého poznání. V kapitole třetí je přiblížen Němcův vztah k tzv. fyziologii dráždivosti a rozebrány jeho nálezy a úvahy související s rostlinnými smysly. Z výzkumného rámce fyziologie dráždivosti vycházel i výzkum gravitropické reakce rostlin a částečně i experimentální morfologie. Němcovy objevy a teorie v těchto oblastech jsou rozebrány ve čtvrté a páté kapitole. V šesté kapitole jsou následně shrnuty Němcovy úvahy o evoluci a evolučních teoriích a jeho cytologický výzkum související s karyokinezí a dědičností. V poslední kapitole je uveden na pravou míru často připomínaný přínos B. Němce k rozdělení organismů na dvě říše.

Uvedená témata vyplynula z četby a analýzy prací Bohumila Němce, jeho vzpomínek a archivních materiálů. Statolitová teorie je tradičně vnímaná jako Němcův nejvýznamnější teoretický přínos a zčásti dodnes určuje chápání rostlinné gravitropické reakce. Ve světle současného rozvoje tzv. rostlinné neurobiologie bylo však na místě důkladně rozebrat i Němcův objev vodivých struktur v rostlinách, které považoval za analogy živočišných nervových vláken. Dále kromě často připomínaného konceptu organogenů je v této práci v souvislosti s morfogenezí rostlin prostudována tzv. morfestezie, kterou B. Němec přejal od Fritze Nolla. Často nepřesně uváděná informace o zavedení Němcem rozdělení organismů na dvě skupiny je tu uvedena na pravou míru a dána do kontextu. Popis Němcova přístupu k evolučním teoriím a genetice umožňuje lepší pochopení rozvoje české genetiky, o jejíhož zrodu B. Němec stal. Navíc slouží jako reakce na v sekundární literatuře se objevující poznámky o tom, že Němce anticipoval tzv. moderní syntézu. V souvislosti s genetikou a cytologií jsou zmíněny některé dodnes

používané termíny, které Němec zavedl ve svých pracích. Popis Němcovy participace v diskuzích o vitalismu, mechanicismu a jejich vztahu k vědeckému poznání vytváří prolog k jeho vlastní vědecké práci v rámci fyziologie dráždivosti.

Cíle

Předním cílem předkládané práce je popsat teoreticko-biologické a evoluční aspekty v díle a myšlení Bohumila Němce. Vedlejším cílem, který během práce vyplynul ze zpracovávaných pramenů, je upřesnění a osvětlení některých nepřesných či spekulativních informací objevujících se v souvislosti s Němcem v sekundární literatuře. Naplnění uvedených cílů umožní prohloubení poznání v oblasti dějin (českých) přírodních věd a především dějin rostlinné fyziologie.

Metodika

Při přípravě dané práce byly zpracovány primární prameny v podobě vlastních vědeckých a populárně naučných prací Bohumila Němce a archivní prameny z fondu Bohumila Němce uložené v Archivu Akademie věd České republiky. Dále byly zpracovány odborné a popularizační publikace dalších přírodovědců, zejména Němcových předchůdců a současníků, mezi hlavní takové autory patří Friedrich Czapek, Charles Darwin, Gottlieb Haberlandt, František Krejčí, František Mareš, Fritz Noll a Julius Sachs. Bylo využito i současných vědeckých článků k doplnění současného stavu poznání v jednotlivých tématech.

Jádro sekundární literatury tvořily historické práce z historie vědy, a především z historie české vědy. Nejvýznamnější práce o rostlinné fyziologii v českých zemích a konkrétně o Bohumilu Němcovi vzešly z pera Jana Janka. Dalšími hojně citovanými odborníky na dějiny české vědy jsou Tomáš Hermann, Michal Šimůnek a Soňa Štrbářová.

Významnými prameny byly dále Němcův nekrolog z roku 1966 a moje bakalářská práce na téma *Vědecká a institucionální činnost Bohumila Němce na Univerzitě Karlově*.

Základem pro vypracování většiny kapitol sloužily odborné práce B. Němce, jeho současníků reagujících na Němcovy publikace a odpovídající historické texty mapující vybrané téma a období. Pro hlubší a řádnější uchopení vybraných otázek sloužily Němcovy popularizační články a knihy, ve kterých většinou rozvíjel svoje myšlenky a

komentoval nálezy popsané jím i jinými badateli. Klíčové byly dále Němcovy *Vzpomínky*, kde se vyjadřoval k některým zkoumaným tématům.

Mezi zásadní archivní materiály z fondu B. Němce patří Němcovy nepublikované práce a jeho úvahy a deníky. Němcova korespondence, včetně jeho dopisů uložených v jiných fondech, se většinou týká osobních, úředních, politických nebo redakčních otázek. Výjimky tvoří dopisy od Petera Boysena-Jensena a vzájemná komunikace s Albínou Dratvovou.¹

¹ V komunikaci s P. Boysenem Jensenem tak řešil Drieschův koncept entelechie a s A. Drátvovou její filozofii vědy. Srov. P. Boysen Jensen, „Dopis 20. 8. 1959“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 13, sig. II. b) 1., inv. č. 188; B. Němec, „Dopis 20. 1. 1940“, Archiv AV ČR, fond Albína Dratvová, sig. II. b).

1. Bohumil Němec a jeho činnost

Bohumil Němec se narodil roce 1873 v Prasku do selské rodiny. Podle vlastních vzpomínek se již od dětství zajímal o přírodu.² Po dokončení studia na gymnáziu v Novém Bydžově nastoupil Němec v roce 1891 na Filozofickou fakultu české části císařsko-královské Karlo-ferdinandovy univerzity s cílem studovat přírodní vědy.³

Zpočátku se profiloval jako zoolog a pracoval na zoologickém ústavu Františka Vejdovského, kde zkoumal zejména stejnonožce (*Isopoda*) a mnohožkám (*Diplopoda*).⁴ Setkává se tu s cytologickými metodami, které později aplikoval i při práci s rostlinami.⁵ Doktorský titul získal v roce 1895 a jako kvalifikační práci předložil svou studii o stejnonožcích.⁶ V témž roce však využil volné pracovní pozice a nastoupil jako asistent na botanický ústav Ladislava Josefa Čelakovského.⁷ Následně svůj výzkum rovněž přesunul do oblasti botaniky.⁸

O několik let později se mu naskytla příležitost obsadit nově vznikající ústav anatomie a fyziologie rostlin.⁹ B. Němec navštívil vybrané německé ústavy, kde načerpal znalosti o experimentální metodologii používané ve rostlinné fyziologii, a v roce 1898 se pro tento obor habilitoval.¹⁰ Na tomto ústavu působil až do roku 1939, kdy musel odejít do předčasněho důchodu.¹¹ Stal u zrodu ústavu pro rostlinnou fyziologii na Univerzitě

² Srov. B. Němec, *Vzpomínky*, eds. Václav Podaný, Jan Janko, Hana Barvíková, Praha: Archiv Akademie věd České republiky (2002), s. 127-128.

³ Tamtéž.

⁴ Tamtéž, s. 136-138.

⁵ Jan Janko, *Vznik experimentální biologie v Čechách (1882-1918)*, Praha: Academia (1982), s. 49.

⁶ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 160-161.

⁷ Tamtéž, s. 154.

⁸ Srov. B. Němec, „Cytologická pozorování na vegetačních vrcholech rostlin“, *Věstník Královské České Společnosti Nauk třída II.* (1897), č. 33, s. 1-26.

⁹ Srov. B. Němec, *Vzpomínky*, s. 164. Více k okolnostem obsazování akademických pozic viz J. Janko, „Věda jako moc. Ke sporům českých přírodovědců na přelomu 19. a 20. století“, *Dějiny věd a techniky* 26 (1993), č. 3, s. 181-195.

¹⁰ Srov. B. Němec, *Vzpomínky*, s. 164-171.

¹¹ Srov. V. Podaný, „Život, písemná pozůstalost a vzpomínky Bohumila Němce“, *Vzpomínky*, eds. V. Podaný, J. Janko, H. Barvíková, Praha: Archiv Akademie věd České republiky (2002), s. 13-25, cit. s. 14.

Komenského v Bratislavě.¹² Od roku 1953 byl členem *Československé akademie věd* a redakčně se podílel např. na vydávání *Ottova slovníku naučného*.¹³ V letech 1919 a 1921 byl B. Němec zvolen nejdříve děkanem Filozofické fakulty a později rektorem Univerzity Karlovy.¹⁴ V roce 1920, během svého působení ve funkci děkana, se podílel na oddělení přírodovědeckých a matematických pracovišť od Filozofické fakulty a vzniku Přírodovědecké fakulty.¹⁵

Ve svém výzkumu, především zpočátku, vycházel Němec z teoretického rámce tzv. fyziologie dráždivosti a zkoumal vedení vzruchu u rostlin a rostlinné pohyby.¹⁶ Později se zabýval experimentální morfologií, konkrétně sledoval např. regenerační pochody u rostlin a morfogenezi.¹⁷ Významné jsou i Němcovy cytologické práce, ve kterých zkoumal dělení buněk a jader, zejména při oplození.¹⁸

Mnohými dalšími otázkami se ve své práci zabýval B. Němec jen okrajově, ovšem jako ředitel ústavu podněcoval zájem o jejich studium ve svých žácích. Tak u Němce a následně u jeho žáků najdeme jedny z prvních prací z českého prostředí zaměřené na rostlinnou ekologii, fytopatologii, bakteriologii a genetiku.¹⁹ Svou mnoholetou pedagogickou činností v podobě přednášení na vysokých školách, vydávání učebnic a

¹² Srov. V. Podaný, „Život, písemná pozůstalost a vzpomínky Bohumila Němce“, s. 14.

¹³ Srov. Josef Tomeš, „Vědec v politice“, *Kolokvium o životě a díle Bohumila Němce*, ed. Vlasta Mádlová, Praha: Národohospodářský ústav Josefa Hlávky (2013), s. 14-26.

¹⁴ Marie Štemberková, „Děkan a rektor Bohumil Němec“, *Kolokvium o životě a díle Bohumila Němce*, ed. Vlasta Mádlová, Praha: Národohospodářský ústav Josefa Hlávky (2013), s. 27-32.

¹⁵ Tamtéž, s. 28-29.

¹⁶ J. Janko, „Vědecké dílo Bohumila Němce“, *Vzpomínky*, eds. V. Podaný, J. Janko, H. Barvíková, Praha: Archiv Akademie věd České republiky (2002), s. 63-81, zejména s. 67-68.

¹⁷ Tamtéž, s. 68, 72-73.

¹⁸ Tamtéž, s. 71-72.

¹⁹ Srov. Ludmila Cuřínová, „Materiály k počátkům české genetiky na Karlově univerzitě“, *Dějiny věd a techniky* (1977), č. 4, s. 213-222; táž, „Disertační práce z biologie na pražské univerzitě v letech 1919-1939“, *Dějiny věd a techniky* (1979), č. 3, s. 156-165; Vladimír Rypáček, „Počátky a vývoj fyziologie rostlin v Čechách a na Moravě“, *Dějiny věd a techniky* (1984), č. 4., s. 209-221.

vedení odborných kvalifikačních prací ovlivni několik generací badatelů a tím zásadně ovlivnil podobu československé přírodovědy ve dvacátém století.²⁰

Znatelnou součástí Němcovy činnosti byla i popularizace vědy, a to prostřednictvím článků v řadě časopisů a novin různého stupně odbornosti, knih i přednášek v rozhlase.²¹ Sám byl v různou dobu redaktorem obou dodnes nejvýznamnějších populárně naučných časopisů *Živa* a *Vesmír*.²² Dále se podílel na formování oboru dějin vědy v Československu - např. z pozice předsedy *Komise pro dějiny přírodních věd a techniky*.²³ Sám též napsal řadu prací v oboru, avšak mnoho z nich se nakonec nedočkalo publikace.²⁴ Z biologického pohledu se věnoval dějinám domestikovaných rostlin.²⁵ Řešil i otázky vědecké metodologie, v publikovaných pracích však pouze okrajově. V archivu má uloženou mimo jiné rozsáhlou práci *Obraz a slovo* o roli zmíněných dvou prvků ve vědeckém bádání a komunikaci.²⁶

Od dob svých vysokoškolských studií byl B. Němec rovněž politicky aktivní. Za dob Rakouska-Uherska byl členem Pokrokového hnutí a Národní strany svobodomyšlné, po roce 1918 pak senátorem za Národně demokratickou stranu a v roce 1935

²⁰ Viz např. B. Němec, *Úvod do všeobecné biologie*, Praha: Aventinum (1929); týž, *Botanická mikrotechnika*, Praha: Nakladatelství Československé akademie věd (1962); B. Němec a Ludovít Pastýřík, *Všeobecná botanika Díl I.*, Bratislava: Slovenská akademie vied a umení (1948).

²¹ Viz např. B. Němec, „Spánek rostlin“, *Živa* 8 (1898), s. 164-166; týž, „Gregor J. Mendel“, *Lidové noviny* 28. 12. (1922); týž, „Původ života na zemi“, *Přednášky československého rozhlasu* 2 (1931), s. 26-32; týž, *Ze života rostlin*, Praha: Vesmír (1934).

²² B. Němec, *Vzpomínky*, s. 402-410.

²³ Srov. Luboš Nový, „Bohumil Němec a dějiny přírodních věd“, *Kolokvium o životě a díle Bohumila Němce*, ed. Vlasta Mádlová, Praha: Národohospodářský ústav Josefa Hlávky (2013), s. 38-50.

²⁴ Viz např. B. Němec, „Botanika v Čechách do bitvy bělohorské“, *Časopis Musea království Českého* (1922), s. 1-20; týž, „Vývoj naší cytologie“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 38, sig. III. a), inv. č. 1639; týž, „K dějinám Darwinova učení“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 36, sig. III. a), inv. č. 1591; týž, „Počátky a vývoj mikrobiologie“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 38, sig. III. a), inv. č. 1646.

²⁵ Viz např. B. Němec, *Dějiny nejdůležitějších rostlin*, Praha: Dědictví Komenského (1908); týž, *Dějiny ovocnictví*, Praha: Československá akademie věd (1955).

²⁶ Srov. B. Němec, „Obraz a slovo“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 37, sig. III. a), inv. č. 1604, 110 s. strojopisu.

protikandidátem Edvarda Beneše v prezidentských volbách.²⁷ Byl rovněž zakládajícím členem svobodozедnářské lóže Národ.²⁸

²⁷ Srov. Stanley B. Winters, „Vědec ve službách národa: Bohumil Němec“, *Česká akademie věd a umění 1891-1991: sborník příspěvků k 100. výročí zahájení činnosti*, Praha: Historický ústav Akademie věd České republiky (1993), s. 169-183; týž, „Bohumil Němec. The Scientist as Political and Cultural Activist“, *Historica: Historical Sciences in the Czech Republic. Series Nova* 9 (2002), s. 93-124; týž, „Vzpomínky Bohumila Němce na českou vědu a kulturu“, *Vzpomínky*, eds. V. Podaný, J. Janko, H. Barvíková, Praha: Archiv Akademie věd České republiky (2002), s. 27-61.

²⁸ Srov. Jana Čechurová, *Čeští svobodní zednáři ve XX. století*, Praha: Libri (2002), s. 89, 97, 177, 359.

2. Vztah B. Němce k vitalismu a mechanicismu

2.1. Vitalismus a mechanicismus

Vitalismus jako filosofický směr může mít mnoho různých podob a podle toho i mnoho rozličných definic.²⁹ Franz M. Wuketits v roce 1989 rozdělil vitalistické myšlení na dva základní typy - animistický a naturalistický.³⁰ Obecnější výměr vitalismu navrhl Timothy O. Lipman v roce 1966, podle něj „můžeme definovat vitalismus jako víru v existenci nějakého funkčního principu, který nelze najít v anorganické hmotě a který odlišuje živé organismy od fyzikálně-chemického světa.“³¹ K mechanicismu můžeme tedy přistupovat jako k filosofickému směru, který se snaží vysvětlit všechny přírodní jevy pomocí fyzikálních a chemických zákonů a nerozlišuje živou hmotu od neživé. Jak píše Bohumil Němec v nezveřejněné úvaze o vitalismu a darwinismu:

„V dějinách biologických věd pozorujeme střídání period mechanistických a vitalistických. Jedna dostavuje se po druhé jako reakce a někdy snad i jako touha po něčem novém“³²

Oba filozofické směry ovlivňují především chápání, ale rovněž i metodologii bádání v přírodních vědách. Mechanicismus je zpravidla spojen s redukcionismem - představou, že fungování celku lze vysvětlit pochopením fungování všech jeho částí. K vitalismu se zpravidla řadí naopak holismus - celostní přístup vnímající celek jako odlišnou entitu než

²⁹ K podobám vitalismu viz např. E. Benton, „Vitalism in Nineteenth-Century Scientific Thought: A Typology and Reassessment“, *Studies in the History and Philosophy of Science* 5 (1969), s. 17-48.

³⁰ Franz M. Wuketits, „Organisms, Vital Forces, and Machines: Classical Controversies and the Contemporary Discussion ‚Holism‘ v ‚Reductionism‘“, *Reductionism and Systems Theory in Life Sciences*, eds. Paul Hoyningen-Huene a F. M. Wuketits, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (1989), s.3- 28.

³¹ „We can then define vitalism as the belief in the existence of some operating principle which is not found in inorganic nature and which distinguishes a living organism from the physico-chemical world.“, Timothy O. Lipman, „The Response to Liebig’s Vitalism“, *Bulletin of the History of Medicine* 40 (1966), č. 6, s. 511-524.

³² Bohumil Němec, „Neodarwinismus a euvitalismus“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 42, sig. III c) 1., inv. č. 1773, s. 1.

součet jeho segmentů.³³ Dále se často předpokládá, že vitalisticky zaměřený myslitel bude též idealista a mechanisticky zaměřený materialista nebo naturalista. Jak již bylo zmíněno, ve skutečnosti tyto předpoklady povšechně aplikovat nelze. Navíc málokterý badatel neprochází během svého působení názorovou proměnou. Například biologové Hans Driesch a Jakob von Uexküll se tak svému počátečnímu mechanicismu a objektivismu postupně během kariéry dost vzdálili.³⁴ Zároveň se nejedná o pevné škatulky a i ke každé zkoumané otázce může každý vědec přistupovat jinak.

Neredukcionistický program fyziologie dráždivosti, o němž bude řečeno více v následujících kapitolách, tak umožňoval zkoumání rostlinné fyziologie v celé její hloubce, ale později byly jednotlivé teorie kritizovány jak za mechanicismus, tak za vitalismus.³⁵

Kořeny obou směrů lze hledat již v antickém Řecku, jejich formulace však nastává v souvislosti se vznikem vědy a rozvojem vědy v renesanci a osvícenství.³⁶ Mimo Evropskou tradici za vitalistické principy můžeme označit např. pojem prany v ájurvédské medicíně nebo čchi v medicíně čínské.³⁷

Pro zkoumané období je klíčové působení neovitalismu reprezentovaného učením zmíněného H. Driesche. Kromě toho mechanicismus zažívá na konci 19. st. významnou krizi. Přes zdánlivou převahu mechanicismu v dnešní biologii bychom našli mezi badateli zastánce všech možných kombinací uvedených směrů.

³³ Srov. např. Hans Adolf Krebs, „How the Whole Becomes More than the Sum of the Parts“, *Perspectives in Biology and Medicine* 14 (1971), č. 3., s. 448-457.

³⁴ Srov. Klaus Sander, „Hans Driesch the critical mechanist: ‘Analytische Theorie der organischen entwicklung‘“, *Roux's Archives of Developmental Biology* 201 (1992), č. 6, s. 331–331, doi:10.1007/bf00365119. Florian Mildenerger, „The Beer/Bethe/Uexküll Paper (1899) and Misinterpretations Surrounding ‘Vitalistic Behaviorism‘“, *History and Philosophy of the Life Sciences* 28 (2006), č. 2., s. 175-189, doi:10.2307/23333983.

³⁵ Srov. Jan Janko, „Experimental Botany, Developmental Mechanics and *Reizphysiologie*“, v *Fundamental Changes in Cellular Biology in the 20th Century*, eds. Charles Galperin, Scott F. Gilbert a Brigitte Hoppe (1999), s. 21-28; Erwin Bünning. „Die Entstehung von Mustern in der Entwicklung von Pflanzen“ v *Differenzierung und Entwicklung* (Berlín: Springer Verlag, 1965): 383-408.

³⁶ Srov. např. Geert Jan M. De Klerk, „Mechanism and vitalism. A history of the controversy“, *Acta Biotheoretica* 28 (1979), s. 1-10.

³⁷ Ian Coulter, Pamela Snider a Amy Neil, „Vitalism—A Worldview Revisited: A Critique Of Vitalism And Its Implications For Integrative Medicine“, *Integrative Medicine: A Clinician's Journal* 18 (2019), č. 3, s. 60-73.

2.2. Spor o principie vědeckého poznání

Jako *spor o principie vědeckého poznání* se označuje konflikt v české vědecké obci na přelomu 19. a 20. století.³⁸ Akademické prostředí bylo obecně značně hostilní a výsledky četných konfliktů ovlivňovaly postavení účastníků v rámci obce.³⁹ Dále měly vědecké spory samozřejmě vliv i na podobu vědeckého bádání.⁴⁰ Historik Jan Janko spor o principie vědeckého poznání označil za „nejzávažnější přírodovědecký protějšek [...] rukopisných sporů.“⁴¹

Hlavními soupeři v tomto sporu byli chemik Bohuslav Raýman (1852-1910) a fyziolog František Mareš (1857-1942), oba profesoři na české pražské universitě a oba na počátku sporu redaktoři populárně naučného časopisu *Živa* obnoveného jimi v Purkynově tradici v roce 1891.⁴² A právě na stránkách *Živy* konflikt vypukl.

Již dříve bylo patrné, že B. Raýman a F. Mareš zastávali radikálně odlišná stanoviska v otázkách filosofie a metodologie vědy, a to na více rovinách. Zatímco Mareš byl idealistou a v podstatě (neo)vitalistou a nebál se spekulací a odvážných teorií, Raýman se pevně držel empirismu a i když nepřijímal mechanicismus zcela, zdůrazňoval jeho význam pro vědecký výzkum; později se hlásil k realismu.⁴³ Jak ukázal J. Janko, jejich pohledy jsou snadno rozpoznatelné v úvodním prohlášení redakce v prvním čísle obnovené *Živy*:

³⁸ J. Janko, „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, *Práce z dějin Akademie věd. = Studia historiae Academiae scientiarum. Seria A. Studie a materiály*, Praha: Archiv Akademie věd ČR (1997), s. 31-76.

³⁹ Více viz J. Janko, „Věda jako moc“, *Dějiny věd a techniky*

⁴⁰ Více viz Soňa Štrbáňová a J. Janko, „Polemics in Natural Sciences Shaping Local Scientific Styles in the Czech Lands in the 19th and the Beginning of the 20th Century“, *Semináře a studie Výzkumného centra pro dějiny vědy z let 2002–2003*, ed. Antonín Kostlán, Praha: Výzkumné centrum pro dějiny vědy (2003), s.615-629.

⁴¹ J. Janko, „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 34.

⁴² Tamtéž, s. 31.

⁴³ Tamtéž, s. 53-55. K filosofickému dílu F. Mareš viz Helena Pavličíková, *František Mareš od fyziologie k filosofii*, Praha: Nakladatelství Epoque (2017). K Raýmanově pojetí vědy viz J. Janko, „Raýmanovy koncepce vědy“, *Práce z dějin Akademie věd*, Praha: Masarykův ústav a Archiv Akademie věd ČR 3 (2011), č. 2, s. 225-231.

„Nebudeme tedy přírodní věci pouze popisovat, jak se nám hmotně jeví, nýbrž chceme čtenáře seznamovati též s pokusy lidského rozumu, zjevy přírodní dle příčin pochopiti. Přitom však chceme míti pilný pozor na to, aby čtenáři byl jasný rozdíl mezi skutečným, pozorovaným zjevem přírodním, a pokusem lidského rozumu zjev ten dle příčin pochopiti, zkrátka rozdíl mezi přírodovědeckými fakty a teoriemi.“⁴⁴

Nejdříve v roce 1896 uveřňuje Marešův žák a spolupracovník Edward Babák (1873-1926) anonymní referát o knize francouzského zoologa Yvese Delage, v níž ten vybídl k přeorientování biologie na řešení fundamentálních otázek a „vyhledávání podmínek a příčin velkých jevů životních, buňky, individua, druhu.“⁴⁵ Na Babákův referát kriticky reagoval žák a spolupracovník Františka Vejdovského, Alois Mrázek (1868-1923), a to na základě polemického článku jiného francouzského zoologa Alfreda M. Giarda, který se ve své domovině pouštěl do sporu s Y. Delagem.⁴⁶ O rok později připravil E. Babák další kontroverzní referát, tentokrát o výhradách, opět francouzského, zoologa Alphonse Labbého (1869-1945) vůči buněčné teorii.⁴⁷ Tu se s kritikou ozval B. Němec.⁴⁸ V obou případech kritika Babákových referátů vyvolala podrážděnou a útočnou reakci F. Mareše.⁴⁹ Po té pozdější navíc následovala redakční zpráva, v níž ohlásil svůj odchod z *Živy*.⁵⁰

V roce 1901 vyšla zásadní filosofická kniha F. Mareše *Idealism a realism v přírodní vědě*, kde nastiňuje svůj přístup k poznání a ke smyslu vědy.⁵¹ Vzpomíná i polemiku na stránkách *Živy*.⁵² Podle J. Janka právě v reakci na publikaci této knihy jal se B. Raýman

⁴⁴ Bohuslav Raýman a František Mareš, „Proslov redakce“, *Živa* 11 (1901), s. 1.

⁴⁵ „O směru biologie ve Francii“, *Živa* 6 (1896), s. 105-106.

⁴⁶ Alois Mrázek, „O směru biologických bádání ve Francii“, *Živa* 6 (1896), s. 167-170.

⁴⁷ Redakce (Bk.), „O rozlišení organismů“, *Živa* 7 (1897), č. 4, s. 118-120.

⁴⁸ B. Němec. „O syncytiích čili soubuních.“ *Živa* 7 (1897), č. 7, s. 210-212.

⁴⁹ Srov. František Mareš, „Vydavše se tedy na Gulliverovy cesty, kupředu!“, *Živa* 6 (1896), s. 170-172; Týž, „Ke konci tohoto projevu“, *Živa* 7 (1897), č. 10, s. 310-312.

⁵⁰ F. Mareš, „Zpráva redakční“, *Živa* 7 (1897), s. 318.

⁵¹ F. Mareš, *Idealism a realism v přírodní vědě*, Praha: Nákladem knihkupectví Fr. Řivnáče (1901).

⁵² Tamtéž, s. IV.

kritizovat výsledky experimentálních studií prováděných v Marešově ústavu.⁵³ Poté následovala řada výpadů z obou stran⁵⁴, ale podle Janka „je zřejmé, že oběma vědcům se do prohloubení sporu příliš nechtělo.“⁵⁵ Na nastalou situaci již však začali reagovat další akademici. Tomáš Garrigue Masaryk (1850-1937) tak ve své recenzi Marešova spisu přitakával kritice Raýmanova empirismu („přírodoševcoviny“), ale kritizoval Marešovu „nezdravou mystiku“.⁵⁶ Navíc se s ním pustil do tzv. sporu o Kanta, do nějž se zapojil např. matematik a filosof František Tilšer (1825-1913) a psycholog, historik a filosof František Krejčí (1858-1934).⁵⁷

Postupně se do sporu zapojovalo více a více účastníků - kupř. farmakolog Kamil Lhoták (1876-1926) či chemik František Wald (1861-1930) na straně Marešově, a histolog a embryolog Jan Janošík (1856-1927) nebo chemik Bohuslav Brauner (1855-1935) na straně Raýmanově.⁵⁸

Jak ukazuje J. Janko, Raýman nebyl připraven přejít k vědě, která experimentálně ověřuje teorie, což již na konci 19. st. předjímalý práce např. Ernsta Macha.⁵⁹ Z Raýmanova pohledu byly vědy jako fyzika a chemie již konceptuálně a metodologicky uzavřené a jejich aplikací měla k podobnému stavu dojít biologie,⁶⁰ ostatně jako protiklad badatelů

⁵³ Srov. J. Janko, „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 44-45; B. Raýman, „Ku spisu p. prof. Fr. Mareše: Idealism a realism v přírodní vědě“, *Živa* 11 (1901), s. 186-188; týž, „Respirometrie a kalorimetrie živočišná“, *Věstník České akademie věd a umění* 10 (1901), s. 447-452.

⁵⁴ Srov. F. Mareš, „Osvětlení úvahy p. prof. Bohuslava Raýmana, Respirometrie a kalorimetrie živočišná“, *Věstník České akademie věd a umění* 10 (1901), s. 536-544; B. Raýman, „Dodatek k odpovědi předcházející“, *Věstník České akademie věd a umění* 10 (1901), s. 544-547; F. Mareš, „Prohlášení vzhledem k nové fázi sporu o respirometrii a kalorimetrii živočišné“, *Věstník České akademie věd a umění* 11 (1902), s. 225-229.

⁵⁵ J. Janko, „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 49.

⁵⁶ Tomáš Garrigue Masaryk, „Prof. fyziologie Frant. Mareš. Idealism a realism v přírodní vědě, 1901“, *Naše doba* 8 (1901), s. 702-704, cit. s. 702, 704.

⁵⁷ Srov. např. T. G. Masaryk, „Ke sporu o Kanta“, *Naše doba* 10 (1903), s. 108-111; H. Pavličková, *František Mareš..*, s. 181-199.

⁵⁸ J. Janko, „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 56-57.

⁵⁹ Tamtéž, s. 51.

⁶⁰ Tamtéž, s. 52.

z Marešova fyziologického ústavu uvádí „fyziologické fyziky a chemiky.“⁶¹ Mareš mechanismus odmítal na stránkách *Živy* mimo uvedený spor též v průběhu seriálu o *Mysticismu a mechanismu* (v přírodních vědách)⁶² a svými, i když občas přehnanými, výstupy připravil půdu pro větší biologizaci přírodních věd v českém prostředí a pro intenzivnější práci teoretickou.⁶³ K tomuto procesu přispěl mimojiné i světově probíhající úpadek mechanistické teorie ve fyziologii a znovuobjevení Mendelových zákonů dědičnosti.⁶⁴

Při sporu, jak je vidět, narážely na sebe natolik odlišné pohledy na svět, že se mýjely na rovině položených otázek a základních definic, skoro jako by účastníci mluvili každý jiným jazykem.⁶⁵

2.3. Role B. Němce ve sporu o Živu

V roce 1896 publikoval francouzský zoolog Alphonse Labbé v časopise *Revue scientifique* stať, kde vyjadřuje opozici vůči buněčné teorii a tvrdí, že „z buněk původně nerozlišených, to jest cytoplasmatu nespécialisovaného pro různé výkony, tvoří se orgány, skupiny to buněk místně i časově differencovaných“⁶⁶ a že buňky nejsou samostatnými organismy, nýbrž pouze organizačním jevem daným biomechanickými vlivy.⁶⁷ O tomto pojednání vyšla v dalším roce referát v *Živě*, načež Bohumil Němec publikuje tamtéž popularizační článek o buněčné teorii a syncytiích, který je zároveň

⁶¹ B. Raýman, „Ku spisu p. prof. Fr. Mareše: Idealism a realism v přírodní vědě“, s. 187.

⁶² F. Mareš, „Mechanism a mysticism“, *Živa* 7 (1897), č. 6, s. 165-172; týž, „Mechanism a mysticism“, *Živa* 7 (1897), č. 8, s. 232-239; týž, „Mechanism a mysticism“, *Živa* 7 (1897), č. 10, s. 298-306.

⁶³ Srov. Jan Janko. „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 60-62.

⁶⁴ Tamtéž, s. 60. Více k úpadku mechanistické teorie v nejen rostlinné fyziologii viz J. Janko, *Vznik a rozklad mechanistické koncepce ve fyziologii*, Praha (1975).

⁶⁵ Dal by se tu uplatnit koncept *épistémè*, jako soubor apriorních hranic vědeckosti - v rámci tehdejší české *épistémè* Marešovy představy byly neuchopitelné. Srov. např. Michel Foucault, *The Order of Things: An Archaeology of the Human Sciences*, Londýn a New York: Routledge, s. 168; týž, *Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings 1972-1977*, překl. Colin Gordon, Leo Marshal, John Mephan a Kate Soper, New York: Pantheon Books (1980), s. 19.

⁶⁶ Podle Redakce (Bk.). „O rozlišení organismů“, *Živa* 7 (1897), s. 118.

⁶⁷ Alphonse Labbé, „La différenciation de organismes“, *Revue scientifique* 33 (1896), č. 1, s. 774-779.

kritikou Labbého, s názvem *O syncytiích čili soubuních*.⁶⁸ Věnuje se v něm především kritice příkladů uvedených Labbém a přidává i informace, které podle jeho názorů Labbé, ať už záměrně či z nedbalosti, zanedbal.⁶⁹ Drží se však, podobně jako Labbé, Sachsova pojmu energid a na konci sám tvrdí, že je „třeba [...] buněčnou theorii opravit, po případě rozšířit“, a že buňky sice mají jistou míru autonomie v rámci celého organismu, ale je zavádějící tvrdit, že organismus se skládá z plně samostatných buněk.⁷⁰

Na Němcův článek v dalším čísle reagoval František Mareš, který ho (podle Heleny Pavličíkové) bral jako osobní útok na svou vědeckou i redakční činnost.⁷¹ Kromě obrany publikace zmíněných referátů a obvinění zastánců buněčné teorie, a konkrétně B. Němce, z dogmatismu, poukazuje tu Mareš na to, že Němec při kritice A. Labbého pojednání ignoruje předcházející stať Y. Delage, a především se mijí s jeho předmětem na teoretické úrovni, na úrovni pojmu a jejich definic.⁷² Elementární organismus, jak ho chápal F. Mareš, je souborem orgánů, a dá se tak označit jednobuněčný organismus (protozoon, prvok) a embryonální buňky organismů mnohobuněčných (v článků jmenovitě metazoa), ale nikoliv jakákoliv jednotlivá buňka v organismu; pro buňky, které tvoří orgány navrhuje označení organový element nebo orgánová jednotka.⁷³ Dále zdůraznil zejména funkční podobnost orgánů mnohobuněčných a (organel) jednobuněčných organismů.⁷⁴ Zároveň mu však nešlo o úplné zničení buněčné teorie, nýbrž o studium příčin jevů, k čemuž dle něj nabádaly i práce Delageova a Labbého, jejichž kritika navíc dle Mareše byla vyslovena „se vší rezervou.“⁷⁵

Němec v navazujícím článků přitakává, že se s podstatou problému mijí, avšak naprosto záměrně, a přidává, že ani důkaz druhotnosti buněčné organizace mnohobuněčných by

⁶⁸ B. Němec. „O syncytiích čili soubuních.“ *Živa* 7 (1897), č. 7, s. 210-212.

⁶⁹ Tamtéž, s. 210.

⁷⁰ Tamtéž, 212.

⁷¹ H. Pavličíková, *František Mareš - Od fyziologie k filosofii*, Praha: Nakladatelství EPOCH (2017), s. 94.

⁷² František Mareš. „O rozlišení organismů a syncytiích“, *Živa* 7 (1897), č. 8, s. 239-242

⁷³ Tamtéž, s. 240-241.

⁷⁴ Tamtéž, s. 241

⁷⁵ Tamtéž, s. 239.

nepřinesl informace o příčinách dějů, ale pouze by upřesnil naše pochopení toho, jak se ty jevy dějí⁷⁶. V článku útočil na F. Mareše i E. Babáka, jimž vytýkal nepřesnosti obsažené v popularizačních článcích v *Živě*.⁷⁷ Marešovi vyčítal, že pohrdá fakty a systematikou ve prospěch větších otázek a rozumových spekulací, které však bez opory ve faktech a výsledcích systematických disciplín vůbec nelze řešit.⁷⁸

Mareš podle všeho vyhodnotil Němcovy články jako nejen osobní útok, ale jako součást širší kampaně proti své osobě i lidem s ním spojeným, a B. Němce vnímá jako zástupce svých odporců, mj. spoluredaktora B. Raýmana. Ve své reakci objasnil, že pohrdá fakty jen v případech, kdy se vytažují mimo řešenou otázku a slouží k utlumení diskuze.⁷⁹ Dále vydal prohlášení, že na postu redaktora časopisu *Živa* končí. Později F. Mareš reflektoval události a myšlenkové pochody částečně na stránkách spisu *Idealism a realism v přírodní vědě*, B. Němec si do Mareše čas od času rýpne na stránkách *Živy*.⁸⁰

Tento tzv. *spor v Živě a o Živu*⁸¹ se dá považovat za předznamenání *Sporu o principie*, ale sám František Mareš de facto po publikaci Němcových článků považoval *Spor o principie* za zahájený.⁸² Během *sporu o Živu*, především zpočátku, používali hlavní názorové oponenti chemik Bohuslav Raýman a fyziolog František Mareš „nastrčené osoby a cizí názory“.⁸³ Mareš ve svých článcích reagoval na celou skupinu A. Mrázek, F. Vejdovský, B. Němec a B. Raýman, kterou oslovil „ctění mně neznámí pánové.“⁸⁴ Mluví pro to i skutečnost, že ve stejném čísle, přímo pod Němcovým článkem se nacházejí reakce i na

⁷⁶ B. Němec, „Ještě o rozlišení organismů a o syncytiích“, *Živa* 7 (1897), č. 10, s. 306-311

⁷⁷ Tamtéž, s. 309. Je nutno říct, že v případě kritiky F. Mareše šlo často o překroucení toho, co ten dost jasně vysvětlil v předchozím článku samotným Němcem.

⁷⁸ Tamtéž, s. 309-310.

⁷⁹ F. Mareš, „Zpráva redakční“, *Živa* 7 (1897), s. 318.

⁸⁰ F. Mareš, *Idealism a realism v přírodní vědě*, s. VI; B. Němec, „O čivosti, citlivosti, dráždivosti a reaktivnosti rostlin“, *Živa* 11 (1901), s. 188-190, více viz kapitola 5.5 .

⁸¹ Srov. J. Janko. „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 34-39.

⁸² František Mareš. *Idealism a realism*, s. V.

⁸³ J. Janko. „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 35.

⁸⁴ Srov. J. Janko, „Spor-Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s.39.

další Němcovy výčitky, v nichž se E. Babák a F. Mareš snaží uvést situaci na pravou míru.⁸⁵ J. Janko navíc mluví přímo o tom, že Němce i Mrázka B. Raýman „nastrčil“.⁸⁶

2.4. Pozdější Němcova reflexe

B. Němec, ač ve *Sporu o Živu* coby Raýmanův „kůň“ vystupoval proti Marešovi, později publikuje studie s „nevšední teoretickou invencí“.⁸⁷ Účastní se v roce 1908 i *IV. sjezdu Československých přírodopýtců a lékařů*, kterou zahajuje právě F. Mareš úvodní řečí o *Vědě a kultuře*. Tohoto sjezdu se účastnil např. i A. Mrázek.⁸⁸ Přijetí F. Mareše jeho bývalými oponenty svědčilo o významném paradigmatickém posunu v české vědě.⁸⁹

Jak napsal J. Janko v úvodu k Němcovým vzpomínkám - „Němec prodělal [...] cestu [...] od radikálního mechanismu k obezřetnější, s mechanismem i vitalismem kompatibilní fyziologii dráždivosti.“⁹⁰ Ve výše popsaném sporu tedy vidíme Němcovy počátky na straně „radikálního mechanismu“. K fyziologii dráždivosti se hlásí už v roce 1898,⁹¹ později vzpomínal, že i jeho habilitační práce z roku 1899 byla příliš mechanistická:

„Toto moje pojednání, obsahující mnoho podrobných pozorování, je obrazem mého tehdejšího názoru na biologii. Je psáno z čistě mechanistického hlediska a snaha vysvětlit různé cytologické zjevy fyzikálně zavedla mne někde příliš daleko.“⁹²

⁸⁵ E. Babák. „Chlorofyl u Vorticell a u živočichů vůbec“, *Živa* 7 (1897), č. 10, s. 312; Redakce. „Krev u bezobratlých“, *Živa* 7 (1897), č. 10, s. 312-313.

⁸⁶ J. Janko. „Spor Mareš - Raýman a Česká akademie věd a umění“, s. 60.

⁸⁷ Tamtéž, s. 61.

⁸⁸ Tamtéž.

⁸⁹ Vidíme tu jasný epistemologický zlom, který přinesl nový myšlenkový aparát a nový přístup ke vědě a k vědeckosti. Srov. Gaston Bachelard, *The Formation of the Scientific Mind: A Contribution to a Psychoanalysis of Objective Knowledge*, překl. Mary McAllester Jones, Manchester: Clinamen Press (2002), s. 211-212; dále srov. s Thomas Kuhh, *The Structure of Scientific Revolutions* 2 ed., Chicago: University of Chicago Press (1970), s.54.

⁹⁰ J. Janko, „Vědecké dílo Bohumila Němce“, s. 67.

⁹¹ B. Němec, „O vztazích mezi vzrůstem a geotropickým zakřivením kořenů“, *Věstník Královské České Společnosti Nauk. II. třída* 1898, č. 32, s. 1-18.

⁹² B. Němec, *Vzpomínky*, s. 171.

K méně mechanickému, méně redukcionistickému pohledu na vědu a přírodu se postupně propracovává během výzkumu vedení podráždění a vnímání tíže u rostlin. Ještě dále se posouvá s přechodem k experimentální morfologii.

H. Driesche uznával jako anatoma a vývojového biologa, ale vyzdvihoval zejména jeho práce vydané před neovitalistickým obratem. Setkal se s ním osobně, a vyměnili si i několik dopisů, ale koncept entelichie si Němce nikdy plně nezískal.⁹³ O to je zajímavější, že při výzkumu rostlinné morfogeneze přijímá koncept morfestesie na první pohled entelechii připomínající. Obecně se otázkami mechanicismu a vitalismu vyrovnává téměř v každé populárně-naučné knize a i v některých člancích.

Dále účast B. Němce ve sporu o principie vědeckého poznání odkrývá jeho částečně odtažitý přístup k vědeckým hypotézám. I po přechodu ke studiu rostlin Němec spíše popisuje nálezy, než aby si stanovil konkrétní zájem; svými pokusy sleduje co se stane, když je provede, nikoliv jestli dojde na předem očekávaný výsledek:

„Zabývá se otázkou, jak působí páry některých jedovatých látek na vzrůst, pokusil jsem se též o to, sledovati vliv par takových na geotropické zakřivení. Bohužel zastavuje značná většina jedů..vzrůst dříve, než je možno očekávati videtelný účinek geotropického zakřivení.“⁹⁴

Ostatně i v pozdějších studiích nacházíme místo jasně řečené hypotézy spíše odstavec, ve kterém autor popisuje, co ho při pokusech zajímalo, tedy co testoval, např.:

„Mne zajímala především otázka, zda-li snad tyto iniciály již při normálním dělení nebudou nějakým způsobem vyznačeny, zda-li totiž nevzniknou nějakým dělením, při němž by z jejedné buňky vznikly dvě dceřinné buňky, z nichž jedna by obdržela jiné množství plasmy, jiný počet chromosomů anebo jiných částí buňky mateřské. Jmenovitě bylo zajímavo zkoumati, zda-li také zde podélné štěpení chromosomů bude normální, zda-li do obou dceřinných

⁹³ Tamtéž, s. 450.

⁹⁴ B. Němec, „O vztazích mezi vzrůstem a geotropickým zakřivením kořenů“, *Věstník Královské české společnosti nauk. Třída mathematiko-přítrodovědecká* (1898), č. 32, s. 1-18, cit. s. 18.

buněk stejné množství chromatinu se dostane, či zda iniciála pro kořenový vlásek jiné množství chromatinu anebo chromosomy jiné kvality obdrží.“⁹⁵

⁹⁵ B. Němec. „Experimentální studie o významu počtu chromosomů“, *Rozpravy České akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění. Třída II, Mathematicko-přírodnická* 15 (1906), č. 17, s. 1-9, cit. s. 2-3.

3. Dráždivost, smysly a rostlinná neurobiologie

3.1. Historické přístupy ke smyslovému a duševnímu životu rostlin

Dráždivost a citlivost byly tradičně považovány za vlastnosti unikátní pro živočichy - Aristoteles tak při úvaze o pohybech a smyslech ve spisu *O duši* mluvil o tom, že rostliny nemají smyslů (především hmatu) ani pocitů, a přiznal jim jen tzv. duši vyživovací.⁹⁶ Podobně německý matematik a přírodovědec, jeden ze zakladatelů rostlinné morfologie, Joachim Jungius (1587-1657) v roce 1657 definoval rostliny jako „živá necítící těla“.⁹⁷ I zakladatel přírodovědné systematiky Carl Linné (1707-1778) v knize *Philosophia Botanica* (česky Botanická filosofie) z roku 1792 psal, že rostliny jsou sice živé, živočichové mají však navíc schopnost pocitu.⁹⁸ Podobně na rostliny nahlížel i přírodovědec a autor české přírodopisné systematiky Jan Svatopluk Presl (1791-1849) v knize *Počátkové rostlinosloví* napsal, že „rostliny jsou bytosti živé, austrojně, rostaucí, rozmnožující se, a však ani samovolně nepohybující se, ani necítící.“⁹⁹

Naproti tomu německý přírodovědec Alexander von Humboldt (1769-1859) již v roce 1794 psal, že je otázka pocitů a citlivosti u rostlin zcela subjektivní.¹⁰⁰ Dále německý botanik Heinrich Friedrich Link (1767-1851) mluvil o nemožnosti cokoliv tvrdit o přítomnosti pocitů u rostlin, jelikož se jedná o vnitřní, subjektivní pochody.¹⁰¹ Vitalista a významný protoevolucionistický myslitel Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837) v

⁹⁶ „[...] rostliny, které se skládají jen ze země, nemají smyslového vnímání. Neboť bez hmatu není možno mítí žádný jiný pocit [...]“ v Aristoteles, *O duši*, s. 110-11; K vyživovací duši viz tamtéž, s. 58-62.

⁹⁷ „Planta, φύτον, est corpus Vivum non sentiens“ v Joachim Jungius, *Isagoge Phytoscopica*, Hamburg: Typis Michaelis Pfeifferi (1678), s. 5.

⁹⁸ „Kameny rostou. Rostliny rostou a žijí. Živočichové rostou, žijí a cítí“ [LAPIDES (2) crescunt. VEGETABILIA (2) crescunt, et vivunt (133). ANIMALIA (2) crescunt, vivunt, et sentiunt] v Carl Linné, *Philosophia Botanica*, Madrid: Ex typogr. viduae, et filii Petri Marin (1792). s. 1.

⁹⁹ Jan Sv. Resl, *Počátkové rostlinosloví*, Praha: Nákladem Českého museum (1848), s. 1.

¹⁰⁰ Srov. Alexander von Humboldt, *Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen*, Lipsko: Voss und Compagnie (1794), s. 54:

¹⁰¹ Srov. Heinrich F. Link, *Vorlesungen über die Kräuterkunde*, Berlín (1843), s. 20.

roce 1802 mluvil o tom, že je schopnost vnímat vnější vlivy a reagovat na ně základní vlastností živé hmoty.¹⁰² Jeden ze zakladatelů moderní experimentální psychologie Gustav Theodor Fechner (1801-1887) vydal v roce 1848 knihu *Nanna oder über das Seelenleben der Pflanzen* (Nanna čili o duševním životě rostlin), kde mluvil nejen o smyslech, ale i duševních pochodech a vědomí, ba dokonce i o řeči u rostlin.¹⁰³

Britský botanik a zakladatel Linného společnosti v Londýně, James Edward Smith (1759-1828) v knize o fyziologické a systematické botanice z roku 1819 napsal:

„Mají li [rostliny] život a dráždivost a schopnost pohyb vykonávati, any údy své samosprávně podle toho řídití mohou, co jim je přirozenou potřebou a co jim prospívá, [...] nemohli bychom za to míti, že vykonávání jich životních činností určitým stupněm cítění je sprovázeno, třeba ono bylo docela nepatrné a tak že i rostliny mají určitý podíl na blaženosti? [...] Ať tomu tak či onak, nedostatek pocitů a neschopnost cítiti jistě nebude možno u rostlin dokázati a neschopnosti pocitů nemůže býti dovoleno užiti v pochybných případech k tomu, abychom tím rostliny od živočichů odlišovali.“¹⁰⁴

Později se začalo ukazovat, že podstata vedení vzruchu živými buňkami leží v protoplazmě a že takovou schopnost mají i buňky rostlinné. Nejvíce se o výzkum dráždivosti rostlin ve druhé polovině 19. století zasadil Wilhelm Pfeffer (1845-1920). V souvislosti s ním a jeho školou se mluví o tzv. fyziologii dráždivosti (*Reizphysiologie*).¹⁰⁵ Na ni navazoval ve svých pracích i Bohumil Němec.

¹⁰² Srov. Gottfried R. Trevianus, *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte. Erster Band*, Göttingen: Johann Friedrich Röwer (1802), s. 57-58.

¹⁰³ Srov. Gustav T. Fechner, *Nanna oder über das Seelenleben der Pflanzen*, Hamburg und Leipzig: Verlag von Leopold Voss (1908), s. 280-293.

¹⁰⁴ James E. Smith, *Anleitung zum Studium der physiologischen und systematischen Botanik*, překl. do němčiny J. A. Schultes, Vídeň: Verlag bey Anton Doll (1819), s. 1-3. podle Bohumil Němec, *O smyslové a reflektivní činnosti rostlin*, Praha: Nákladem Královské České Společnosti Nauk (1901), s. 4.

¹⁰⁵ J. Janko, „Experimental Botany, Developmental Mechanics and *Reizphysiologie*“, *Fundamental Changes in Cellular Biology in the 20th Century*, eds. Charles Galperin, Scott F. Gilbert a Brigitte Hoppe (1999), s. 21-28.

Výzkum podráždění u rostlin od svého počátku souvisí s rostlinnými pohyby, v první řadě se tedy zkoumaly dobře viditelné vitální pohyby citlivky (*Mimosa*) a masožravých rostlin jako rosnatka (*Drosera*) a mucholapka (*Dionaea*). Tak již v roce 1875 mluvil Charles Darwin (1809-1882) o reflektorických reakcích žláz na trichomech rosnatky, i když tyto reakce označil za velmi odlišné od podobných procesů u živočichů.¹⁰⁶ Dále se zkoumaly tropismy a taxe, které jsou v této kapitole uvedeny pouze okrajově. Ovšem právě na tropické reakce se zaměřovala většina zde diskutovaných prací souvisejících s fyziologií dráždivosti.¹⁰⁷

3.2. Výzkum rostlinné dráždivost

Julius von Sachs (1832-1897) v roce 1879 ve studii o ortotropním a plagiotropním směru růstu rostlinných orgánů poznamenal:

„Prozatím se nedá předpokládat jinak, než že živá rostlinná hmota je natolik vnitřně diferencovaná, že jednotlivé části jsou vybaveny specifickými energiemi, podobnými různým sensorickým nervům živočichů.“¹⁰⁸

Charles Darwin dochází k obdobnému závěru a v knize *The Power of Movement in Plants* (česky *Schopnost pohybu u rostlin*) rozebíraje pohyby popínavých rostlin psal, že

„[...] není možné nebýt zaražen podobností výše uvedených pohybů rostlin s mnoha akcemi prováděnými nevědomě nižšími živočichy. [...] Ale nejvíce zarážející je podobnost lokalisace jejich citlivosti a vedení vlivu z excitované části do jiné, která se následně pohybuje. Ovšem rostliny samozřejmě nemají nervy ani centrálního nervového systému; můžeme usuzovat, že u živočichů

¹⁰⁶ Srov. Charles Darwin, *Insectivorous Plants*, London: John Murray (1875), s. 242-243, 276-277.

¹⁰⁷ Srov. Bohumil Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti u rostlin“

¹⁰⁸ „Hier bleibt einstweilen keine andere Annahme übrig als die, dass sich die lebende Pflanzensubstanz derart innerlich differenziert, dass einzelne Theile mit specifischen Energien ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesnerven der Thiere“, Julius Sachs, „Ueber orthotrope und plagiotope Pflanzentheile“ (1879), *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), s. 226-284.

takové struktury slouží pouze k dokonalejšímu vedení pocitů a pro lepší vzájemnou komunikaci různých částí.“¹⁰⁹

Dále dokonce přirovnal špičku kořínku (radikula) k mozku nižších živočichů:

„Je stěží přehnané tvrdit, že špička kořene [...] mající schopnost usměrňování pohybů přilehlých částí se chová jako mozek některého z nižších živočichů; mozek umístěný v přední části těla, přijímající pocity ze smyslových orgánů a usměrňující rozličné pohyby.“¹¹⁰

Darwin se přitom odvolával i na výše citované Sachsovy závěry,¹¹¹ ovšem J. Sachs Darwinovy úvahy odmítal a to zejména proto, že byly podle něj postaveny na metodologicky závadných, amatérských pokusech.¹¹² Sachsovi žáci, mezi nimiž je i Wilhelm Pfeffer, jsou ovšem teoretickým odkazem Ch. Darwina silně ovlivněni.¹¹³ W. Pfeffer, který se otázkou vzruchu u rostlin zabýval téměř od počátku svého vědeckého působení,¹¹⁴ často odkazoval na Darwina ve své příručce k rostlinné fyziologii z roku

¹⁰⁹ „[...] it is impossible not to be struck with the resemblance between the foregoing movements of plants and many of the actions performed unconsciously by the lower animals. But the most striking resemblance is the localisation of their sensitiveness, and the transmission of an influence from the excited part to another which consequently moves. Yet plants do not of course possess nerves or a central nervous system; and we may infer that with animals such structures serve only for the more perfect transmission of impressions, and for the more complete intercommunication of the several parts.“ Ch. Darwin, *The Power of Movement in Plants*, Londýn: John Murray (1880), s 571-572.

¹¹⁰ „It is hardly an exaggeration to say that the tip of the radicle [...] having the power of directing the movements of the adjoining parts, acts like the brain of one of the lower animals; the brain being seated within the anterior end of the body, receiving impressions from the sense-organs, and directing the several movements“, tamtéž, s. 573.

¹¹¹ Srov. C. Darwin, *The Power of Movement in Plants*, s. 571-572.

¹¹² Srov. např. Julius Sachs, *Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1882), s. 828-829.

¹¹³ Více o Sachsovi, Darwinovi a jejich vlivu na pozdější vývoj metodiky rostlinné fyziologi viz Saraya De Chadarevian, „Author(s): Soraya De Chadarevian, „Laboratory Science versus Country-House Experiments. The Controversy between Julius Sachs and Charles Darwin“, *The British Journal for the History of Science* 29 (1996), č. 1., s. 17-41.

¹¹⁴ Srov. např. Wilhelm Pfeffer, Untersuchungen über Reizbewegung., *Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg* 29 (1872), č. 4., s. 65-76.

1881.¹¹⁵ Ta by se dala označit za dílo klíčové pro nastolení výzkumného programu fyziologie dráždivosti.¹¹⁶ Právě Pfeffer už o několik let dříve poukázal na rozhodující roli protoplazmy pro vedení vzruchu.¹¹⁷

I. J. Sachs ovšem jevil zájem o vedení vzruchu, o čemž svědčí kromě uvedeného citátu též článek z roku 1893 a nepublikovaná studie, podle všeho z 60. let 19. století.¹¹⁸ Obě práce se zabývají převážně vlivem dráždivosti na vývoj rostlin a jak napsal J. Janko, Sachsova koncepce formativních látek byla jedním ze zásadních vlivů pro fyziologii dráždění.¹¹⁹ Samozřejmě velký význam hrála i Sachsova laboratorní praxe, kterou ovlivnil kromě W. Pfeffera zejména též Francise Darwina (1848-1925), Geoga Albrechta Klebse (1857-1918), Jacquese Loeba (1859-1924), Hermannu Müller-Turgaua (1850-1927), Fritze Nolla (1858-1908), Christiana Ernsta Stahla (1848-1919) a Huga de Vriese (1848-1935).

Německý algolog Friedrich Oltmanns (1860-1945) ve studii o fotometrických pohybech řas z roku 1892 uvedl, že fototaxe váleče (*Volvox*) funkčně odpovídá konstričním a dilatačním pohybům zornic:

„Posuzované podráždění má svůj původ v citlivosti protoplazmy. [...] Tím připisujeme rostlinám schopnosti vnímání/cítění a rozlišovací schopnosti podstatně se nelišící od schopnosti cítění/vnímání u živočichů a bez váhání

¹¹⁵ Srov. Wilhelm Pfeffer, *Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1881), s. 176-285.

¹¹⁶ Srov. Hans Fitting, „Wilhelm Pfeffer“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 38 (1920), s. (30)-(63).

¹¹⁷ Srov. W. Pfeffer, *Osmotische Untersuchungen. Studien zur Zellmechanik*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1877), s. 234-236.

¹¹⁸ Srov. J. Sachs, „Physiologische Notizen VII. Über Wachstumsperioden und Bildungsreize“, *Flora* 77 (1893), s. 217-253 a J. Sachs, *Bildungsreize und Bildungsperioden*, nepublikované, Botanický Institut, Univerzita ve Würzburgu podle J. Janko, „Experimental Botany, Developmental Mechanics and *Reizphysiologie*“, *Fundamental Changes in Cellular Biology in the 20th Century*, eds. Charles Galperin, Scott F. Gilbert a Brigitte Hoppe (1999), s. 21-28.

¹¹⁹ Srov. J. Janko, „Experimental Botany, Developmental Mechanics and *Reizphysiologie*“, s. 22-23.

bych reflexy vyvolané nevědomými vjemy umístil na úroveň se zde pozorovanými jevy [...]“¹²⁰

V roce 1896 vyšla přednáška Fritze Nolla pod názvem *Das Sinnesleben des Pflanzen* (česky Smyslový život rostlin).¹²¹ F. Noll v ní rovněž pracoval s pojmem reflexu a definoval smysly jako „schopnosti, poměry okolního světa cítiti, či objektivněji řečeno, je jako popudy vnímati a podle toho určité životní pochody zavěsti a jimi odpověděti.“¹²² Mluvil i o tom, že tam, „kde chybí viditelné strukturované smyslové orgány, jako v dráždivé protoplasmě rostlin, musí být přítomny alespoň speciálně uzpůsobené dráždivé struktury, aby se zdůraznily všechna spojení a všechny okolnosti, [...] které se odráží ve smyslovém vnímání.“¹²³

V roce 1898 Pfefferův žák Friedrich Czapek (1868-1921) vydal rozsáhlou studii k poznání gravitropických pohybových reakcí rostlin, v níž rozšiřoval teoretický pohled na dráždivost zejména o terminologii převzatou z živočišné fyziologie.¹²⁴ Navazoval na Oltsmannsovu reflexní teorii a označil aparát vnímající dráždění za smyslový orgán, který se účastní reflexního oblouku.¹²⁵ Rostlinám navíc přiznával citlivost a motilitu.¹²⁶

¹²⁰ „Die besprochenen Reizerscheinungen haben nach allem ihren letzten Grund in dem Empfindungsvermögen des Protoplasmas. [...] Damit schreiben wir aber den Pflanzen ein Empfindungs- und Unterscheidungsvermögen zu, welches von dem Empfindungsvermögen der Thiere nicht wesentlich abweicht, und ich trage kein Bedenken, die durch unbewusste Empfindungen herbeigeführten Reflexe in eine Linie mit den hier beobachteten Erscheinungen zu stellen [...]“, Friedrich Oltmans, „Ueber die photometrischen Bewegungen der Pflanzen“, *Flora* 75 (1892), s. 183-266.

¹²¹ Stejný název nese též pozdější populární publikace rakouského filosofujícího botanika a mikrobiologa, zakladatele bioniky, Raoula Heinricha Francé, kde cituje jak F. Nolla, tak B. Němce jako vědce, jež velkým dílem přispěli k pochopení geotropismu. Srov. Raoul Heinrich Francé, *Чувства у растений*, překl. M. Rozenfeld, Petrohrad: Издание М. И. Семенова (1912), s. 63.

¹²² Fritz Noll, *Das Sinnesleben der Pflanzen*, Frankfurt nad Mohanem: Druck von Gebrüder Knauer (1896), s. 16. podle B. Němec, *O smyslové a reflektivní činnosti rostlin*, s. 9.

¹²³ „[...] wo sichtbar strukturierte sinnesorgane fehlen, wie in dem reizbaren Protoplasma der Pflanzen, müssen wenigstens besonders beschaffene reizbare Strukturen vorliegen, um alle die Beziehung und Verhältnis [...] zur Geltung zu bringen, die in einer Sinneswahrnehmung zum Ausdruck kommen.“, F. Noll, *Das Sinnesleben der Pflanzen*, s. 53.

¹²⁴ Friedrich Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 32 (1898), s. 175-307. v Bo

¹²⁵ Tamtéž, s. 178-179.

¹²⁶ Tamtéž, s. 179.

Dále navrhoval používat pro rostlinné citlivé aparáty označení smyslový aparát nebo sensorium.¹²⁷ Předpokládal u rostlin přítomnost reflexního centra,¹²⁸ podle J. Janka inspirován „rostlinným mozem“ Ch. Darwina.¹²⁹ Popsal i zjištění, že na rozdíl od živočichů probíhá u rostlin vedení vzruchu nejen podélně, ale ze všech směrů, radiálně.¹³⁰ V závěru uvedl, že „schopnost rostlin vnímat určité typy fyzikálních podnětů plně odpovídá smyslovým schopnostem živočichů, ačkoliv diferencované smyslové orgány nacházíme u rostlin jen zřídka“, a dodal, že bychom schopnost rostlin vnímat konkrétní fyzikální faktory mohli označovat jako -esthesie (aesthesie, ästhesie), geesthesie pro vnímání tíže, fotoesthesie pro vnímání světla atd.¹³¹

Mnozí vědci kritizovali přílišnou analogizaci rostlinných struktur s živočišnými a trvali na zavedení přesnějšího názvosloví. V roce 1897 tak americký botanik Daniel Trembly MacDougal (1865-1958) ve studii o zakřivení kořenů kritizoval používání výrazu vnímání (angl. perception, něm. Wahrnehmung) pro rostlinné pochody.¹³² Takové používání podle něj odporovalo zavedenému významu pojmu vnímání v oboru psychologie, kde „se používá pro označení mnohem vyšší formy činnosti, ve spojení s přítomností vědomí, nebo mnohem vyšší formy vědomí než jakou projevují kořeny“, a je tedy „špatné a zavádějící.“¹³³ Sám navrhnul označení odvozená od termínu „sensor“ (česky čidlo), např. sensorická oblast (sensory zone).¹³⁴ F. Czapek akceptoval navrženou

¹²⁷ Tamtéž, s. 180.

¹²⁸ Tamtéž, s. 221.

¹²⁹ Srov. J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu u rostlin: Friedrich Czapek a Bohumil Němec“, *Dějiny věd a techniky* 11 (1978), č. 1. Czapek Darwinův spis o pohybech rostlin skutečně zmiňuje, srov. např. Friedrich Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen“, s. 29-45. s. 206, 248, 253

¹³⁰ Friedrich Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen“, s. 221.

¹³¹ „Die Fähigkeit von Pflanzenorganen, eine bestimmte physikalische Reizgattung wahrzunehmen, entspricht vollkommene der Sinnesthätigkeit bei Thieren, obgleich differenzirte Sinnesorgane bei Pflanzen nur ausnahmsweise vorkommen.“, Friedrich Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen“, s. 307.

¹³² Srov. Daniel T. MacDougal, „The Curvature of Roots“, *Botanical Gazette* 23 (1897), č. 5, s. 307-366.

¹³³ „It is used to denote a much higher form of activity, coupled with the presence of consciouness, or a much higher form of consciouness than is exhibited by roots. [...] Is therefore wrong and misleading“, tamtéž, s. 322.

¹³⁴ Tamtéž, s. 322.

terminologii, ale podotýkal, že „pro psychický proces rozpoznávání vjemových hodnot je zaveden pojem ‚appercepce‘.“¹³⁵ Je příznačné, že v pozdější knize o experimentální rostlinné fyziologii užíval MacDougal jím dříve kritizovaného pojmu „percepční oblast“.¹³⁶ Dále v roce 1899 vyšel slavný „manifest tří mužů“, článek s návrhem objektivistického pojmosloví v oblasti fyziologie a nervových systémů.¹³⁷ Autoři - rakouský fyziolog Theodor Beer (1866-1919), německý fyziolog Albrecht Bethe (1872-1954) a německý fyziolog, teoretický biolog a praotec biosémiotiky Jakob von Uexküll (1864-1944) - rozdělili reakce na podráždění na procesy, do nichž se zapojují nervové elementy (antikinesy) a na ty, do který nikoliv (antitypie).¹³⁸ Antitypie přísluší jednobuněčným organismům a rostlinám, antikinesy živočichům (metazoa).¹³⁹ Na uvedené rozdělení reagoval ještě téhož roku F. Czapek a podotýkal, že je nešikovné používat pro rozlišení dráždivých reakcí rostlin a živočichů přítomnost či absenci vodivých struktur, a dodal, že pro lepší distinkci dráždivých reakcí je třeba uvážit nejen reakci na podráždění, ale i recepci a vedení vzruchu.¹⁴⁰ Mluvil o nemožnosti přesné distinkce a zavedl přibližné rozdělení dráždivých jevů (Raizphaenomen) na rostlinný typ a živočišný typ, mezi nimiž jsou však pouze graduální rozdíly.¹⁴¹ Uznal ale, že by se u rostlin nemělo mluvit o reflexech, jelikož prý u nich reflexivní a modifikovatelné reakce na podráždění splývají.¹⁴²

¹³⁵ „[...] für den psychischen Vorgang des Erkennens von Empfindungsqualitäten der Ausdruck "Apperception" eingeführt ist.“, F. Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen“, s. 179.

¹³⁶ Srov. D. T. MacDougal, *Experimental Plant Physiology*, New York: Henry Holt and Company (1898), s. 52-53.

¹³⁷ Více o vlivu této publikace na vývoj biologie a formování behaviorismu viz Florian Mildenerger, „The Beer/Bethe/Uexküll Paper (1899) and Misinterpretations Surrounding 'Vitalistic Behaviorism'“, *History and Philosophy of the Life Sciences* 28 (2006), č. 2., s. 175-189.

¹³⁸ Theodor Beer, Albrecht Bethe a Jakob Uexküll, „Vorschläge zu einer objektiven Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems“, *Biologisches Centralblatt* 19 (1899), č. 14, s. 517-521.

¹³⁹ Tamtéž, s. 519.

¹⁴⁰ F. Czapek, „Reizbewegungen bei Thieren und Pflanzen“, *Centralblatt für Physiologie* 13 (1899), č. 8, s. 209-211.

¹⁴¹ Tamtéž, s. 210-211.

¹⁴² Tamtéž, s. 210.

Časem došlo k formulaci chemických vysvětlení rostlinných jevů, v první řadě F. Czapekem již roku 1898 ve výše rozebrané studii k poznání gravitotropických reakcí a dánským rostlinným fyziologem Peterem Boysen-Jensenem (1883-1959) ve studiích reflektujících pokusy z roku 1907.¹⁴³ Pozdější výzkum růstových hormonů především dánským rostlinným fyziologem Fritsem Warmoltem Wentem (1903-1990) a sovětským rostlinným fyziologem Nikolajem Grigorjevičem Cholodným (1882-1953) umožnil formování nového modelu vysvětlení rostlinných tropismů založeném na distribuci auxinu, který později plně zastínil jemu předcházející školu fyziologie dráždivosti.¹⁴⁴ Jak později upozornil Cholodnyj,¹⁴⁵ v minulosti na přenos tropického podráždění zatím neznámou látkou usuzoval již Ch. Darwin v práci o pohybech rostlin.¹⁴⁶ J. Janko zdůraznil výhodu fyziologie dráždivosti v tom, že umožňovala „redukcionistický i vitalistický (nebo alespoň neredukcionistický) výklad výsledků a zejména pokládaných otázek, které bylo možné řešit pozorováním i pokusně“.¹⁴⁷ Výzkumný program fyziologie dráždivosti tak podle něj umožnil „hlubší průnik do molekulární podstaty jevů zkoumaných experimentální botanikou.“¹⁴⁸

3.3. Nervové fibrily a dráždivost plazmy

Bohumil Němec k tématu vedení vzruchu u rostlin vydal dvě zásadní práce - *Studie o dráždivosti rostlinné plazmy a Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*. První vyšla v roce 1900 jako jubilejní spis Královské České Společnosti Nauk,

¹⁴³ F. Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischen Reizbewegungen“, s. 22.; Peter Boysen-Jensen, „Über die Leitung des phototropischen Reizes in Avenakeimpflanzen“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1910), 118-120; srovnání a rozbor viz J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu u rostlin: Friedrich Czapek a Bohumil Němec“, s. 42

¹⁴⁴ J. Janko, „Experimental Botany, Developmental Mechanics and *Reizphysiologie*“, s. 27-28.

¹⁴⁵ N. G. Cholodnyj, „Чарлз Дарвин и современная теория тропизмов“, *Избранные труды*, Kijev: Наукова думка (1956), s. 430.

¹⁴⁶ Ch. Darwin, *The Power of Movements in Plants*, s.

¹⁴⁷ „Both leading conceptions had the advantage of allowing for both a reductionist and a vitalistic (or at least a non-reductionist) interpretation of results and especially posed questions which could be resolved both by observation and by experimentation“, J. Janko, „Experimental Botany, Developmental Mechanics and *Reizphysiologie*“, s. 28.

¹⁴⁸ „[...] further penetration into the molecular bases of phenomena studied by experimental botany“ Tamtéž, s. 30.

druhá o rok později, je důkladněji rozpracovanou verzí toho jubilejního spisu a byla určena k mezinárodní prezentaci. B. Němec v těchto pracích shrnoval dosavadní poznání v otázkách rostlinných tropismů a zaměřil se nejvíce na mechanismus vedení informací o procesech způsobujících příslušné tropické reakce.¹⁴⁹ Těmto studiím ještě předcházelo kratší oznámení s předběžnými výsledky publikované v roce 1900 v časopise *Biologische Centralblatt*. Uvedené práce se dají považovat za významný bod v historii rostlinné neurobiologie.¹⁵⁰

V úvodu studie mluvil Němec o podobnosti životních projevů všech organismů a z toho plynoucí důležitosti srovnávacích metod v morfologii i fyziologii.¹⁵¹ Navazoval dále na F. Nolla a F. Czapeka a zmínil „stejnocennost a srovnatelnost podráždění u živočichů a rostlin“.¹⁵² Dále odvolává se na Czapeka psal o reflexním oblouku u rostlin:

„[...] Není zásadních rozdílů mezi pohyby podrážděním vznikajícími u živočichů na jedné a u rostlin na druhé straně. Lze obojí pohyby nazývat reflektivními a lze u nich stanoviti určité místo (orgán) percepce, kde se popud přijímá, vedení k centru reakčnímu a odtud k orgánu motorickému. Ovšem takové poměry nalézáme u nejvýše vyvinutých organismů, jinde může centrum s místem percepce nebo výkonu motorického padnouti v jedno, v nejjednodušším případě lokalisovány jsou všechny pochody na jediném místě.“¹⁵³

Jinde pak uvedl i že u rostlin nacházíme místa, kam je lokalisována percepce podráždění, a tedy že máme plné právo mluvit u rostlin o smyslových orgánech.¹⁵⁴

¹⁴⁹ Srov. B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmy*, Praha: Nákladem Jubilejního fondu pro vědeckou literaturu českou (1900) a B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, Jena: Gustav Fischer (1901).

¹⁵⁰ Srov. Rainer Stahlberg, „Historical Overview on Plant Neurobiology“, *Plant signaling & behavior* 1 (2006), č. 1, s. 6-8.

¹⁵¹ Srov. B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmy*, s. XI.

¹⁵² Tamtéž, s. 4.

¹⁵³ Tamtéž, s. 5.

¹⁵⁴ Srov. B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, 140-141.

Maďarský zoolog a histolog István Apáthy (1863-1922) v roce 1897 publikoval studii, v níž popsal vlákna přítomné v cytoplazmě živočišných buněk, která slouží k vedení podráždění.¹⁵⁵ Inspirován tímto nálezem pokládal si B. Němec před zahájením studie dvě otázky, hypotézy, které chtěl svým výzkumem zodpovědět:

„Přichází u rostlin v diffusním pletivu - vyjímaje dráhy, kudy se šíří čistě fysikální pochody vsunující se mezi články řetězu podráždění, - dispoice ku šíření podráždění v určitém směru se zvláště vynikající intenzitou? Jsou snad určité struktury za tím vyvinuty?“¹⁵⁶

Podle něj sice mnozí autoři před ním zvažovali možnost přítomnosti vodivých struktur nervového ústrojí u rostlin, avšak nikdo před ním se seriózně nepokusil takové struktury najít.¹⁵⁷

Postupně na popsaných pokusech ukazoval, že „šíření traumatické neděje se stejnoměrně radiálně od místa percepce, nýbrž v určitých pletivech určitým směrem se zvláště vynikající rychlostí. Šíření to děje se za účasti živé hmoty, protoplasmy.“¹⁵⁸ Připojil následně rozbor vlivu vnějších podmínek na šíření traumatického podráždění a výklad šíření jiných typů podráždění - geotropického, heliotropického a mechanického.¹⁵⁹

Dále popsal pozorování hustých plazmatických struktur rozprostírajících se napříč buňkami, často vybíhajících od jádra buňky do stran¹⁶⁰ a tvořících pruhu složené z vláken (fibril), které „jdou buď po jedné straně jádra nebo se před jádrem rozbíhají, obejmou je a za ním zase se sloučí v jedno.“¹⁶¹ Popsal, jak na sebe pruhu v jednotlivých buňkách navazují:

¹⁵⁵ Srov. Stefan Apáthy. „Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen“, *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel* 12, č. 4 (1897), s. 495-748.

¹⁵⁶ B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmy*, s. 6.

¹⁵⁷ B. Němec, „Die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen“, *Biologische Centralblatt* 20 (1900) č. 11, s. 369-373.

¹⁵⁸ B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmy*, s. 49, 14-30.

¹⁵⁹ Tamtéž, s. 31-42, 43-49.

¹⁶⁰ „Je skoro všeobecně platným pravidlem, že se pruh odchýlné cytoplasmy přikládá k jádru a těsně s ním spojuje. Kolem jádra jakoby bylo ohnisko pruhu toho.“, tamtéž, s. 51.

¹⁶¹ Tamtéž, s. 50.

„[...] Ve dvou spolu sousedících buňkách místa, kde se pruhy ty ku stěně buněčné přikládají, navzájem si odpovídají, takže pruhy ty, nehledě ku příčným stěnám je dělícím, tvoří úplně souvislou dráhu zvláštní cytoplasmy.“¹⁶² viz (**obr. 1**)

Dále rozebíral možné tvary sledovaných pruhů a popsal závislost těchto tvarů na rozložení a velikosti vakuol.¹⁶³ Popsal podrobněji vzhled a skladbu pozorovaných pruhů:

„[...] Z jemných, homogenních a vždy jen diffusně se barvících vláček, která celkem probíhají podélně ve pruhu, mohou však, také jeviti různá zakřivení, zkroucení a smyčky. [...] Každé vlákenko je obklopeno jakousi pochvou, [...] jež sem tam je varikosně zduřena nebo nepatrnými zrníčky posázena. [...] Celý svazek vláken kyanofilní pochvou opatřených spočívá ve hrubě zrnité cytoplasmě a tvoří pruh, který je při slabším zvětšení tak nápadný.“¹⁶⁴

V mladších buňkách probíhají vlákna prý nepravidelně a „vznik podélného pruhu tvořeného rovnoběžně probíhajícími fibrilami, jak jej ve starších, prodloužených buňkách nalézáme, třeba vykládati tak, že se vzrůstem buněk narovnávají různé kličky a záhyby, ve které původně fibrily jsou stočeny.“¹⁶⁵ Dále B. Němec popsal, že vlivem výrazné změny teploty „fibrily jeví se zpřetrhanými, v některých kořenech není po nich stopy. Zdánlivě úplně se rozpustily.“¹⁶⁶ Zdůraznil i unikátnost nalezených struktur.¹⁶⁷

Hlavní pozorování byla učiněná na cibuli (*Allium cepa*), Němec však popsal i pokusy na mnoha dalších rostlinách v různých pletivech.¹⁶⁸ Uvedl, že se mu téměř nikde nepodařilo nalézt „naprostou kontinuitu, která by spočívala v průchodu fibrily z jedné

¹⁶² Tamtéž, s. 50-51.

¹⁶³ Tamtéž, s. 51.

¹⁶⁴ Tamtéž, s. 53.

¹⁶⁵ Tamtéž.

¹⁶⁶ Tamtéž, s. 62.

¹⁶⁷ „Pokud vím, jen stěží lze srovnávat svazky provazců s čímkoliv, co u rostlin známe“ („Soweit mir bekannt, lassen sich die Fibrillenbündel kaum mit irgend welcher für die Pflanzen bekannten Erscheinung vergleichen.“), B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitende Strukturen bei den Pflanzen*, s. 122.

¹⁶⁸ Tamtéž, s. 55-58; B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitende Strukturen bei den Pflanzen*, s. 92-109.

buňky do druhé“,¹⁶⁹ připomněl však, že ani „skutečně existující intercellulární můstky plasmatické [plazmodezmy] se dosud nepodařilo na praeparatech v parafin zalitých na řezech spatřiti“, a že tedy taková kontinuita může existovat, avšak nelze ji pozorovat zvolenou metodou.¹⁷⁰ Právě zmíněné plazmodezmy by podle něj mohly spojovat konce fibril na obou stranách mezibuněčné hranice.¹⁷¹

Na začátku diskuze o funkci fibril B. Němec uvedl, že:

„Jejich funkci však nelze odhadovat na základě tvaru, nýbrž se musíme snažit ji pokusit prokázat na základě přesvědčivých pokusů. To se ovšem podařilo pouze v omezené míře. Přesto se odvažuji označit provazce za dráždivé struktury, neboť všechna fakta mluví ve prospěch takového mínění. [...] Pro přílišnou komplexnost jevů není vždy zřejmý správný výklad experimentů.“¹⁷²

Z jeho pokusů vyplývá, že „v buňkách, ve kterých fibrily scházejí nebo v jiném směru než podélném jsou vyvinuty, traumatické podráždění, resp. traumatopická reakce buď vůbec se nešíří, nebo poměrně velice pozvolna.“¹⁷³ Dále Němec popsal, že když při změně teploty fibrily mizejí, snižuje se rychlost vedení vzruchu na úroveň rychlosti v buňkách, v nichž se daná vlákna nenalézají.¹⁷⁴ Dodal, že „po nějaké době vliv změny teploty se ztrácí, což se jeví opětným vytvářením se fibril“ a zvýšením rychlosti šíření traumatické reakce.¹⁷⁵

¹⁶⁹ „O jediném případě zdálo se mi, že skutečně takovou kontinuitu mám před sebou; případ ten týkal se periblemu kořenu kapradiny *Woodwardia radicans*.“, B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmy*, s. 54.

¹⁷⁰ Tamtéž.

¹⁷¹ Tamtéž.

¹⁷² „Ihre funktion lässt sich allerdings nicht aus der form erraten, vielmehr muss man es versuchen, dieselbe auf Grund überzeugender Versuche darzuthun. Das ist allerdings nur in einem beschränkten Masse gelungen. Dennoch wage ich es, die Fibrillen als reizleitende Strukturen zu deuten, denn alle Thatsachen sprechen zu Gunsten einer solchen Anschauung. [...] Experimente lassen sich wegen der allzu komplexen Erscheinungen ebenso nicht immer evident richtig deuten“, B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, s. 122.

¹⁷³ B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmy*, s. 60.

¹⁷⁴ Tamtéž, 63.

¹⁷⁵ Tamtéž, 63.

Zvažoval i možnou roli provazců při růstu buňky a zásobování plastidů, přikláněl se však k tomu, že právě vedení vzruchu jejich funkci vysvětluje nejlépe.¹⁷⁶ Avšak dodal, že je možné, že funkce vodivých elementů nemusí být jediná, kterou studovaná vlákna mají, mohly by skutečně být „ve vztazích ku postupu [...] výživných látek ve vegetační vrchol vstupující“ - tomu by podle něj „nasvědčovala okolnost, že se jmenovitě v živočišných buňkách setkáváme s diferenciácemi vláknitými v buňkách, v nichž se děje vylučování nebo postup nějakých látek v určitém směru.“¹⁷⁷ Psal dále, že „ne všechny pochody podráždění musí se šířit pomocí fibril. U různých rostlin a v různých orgánech je mnoho jiných způsobů myslitelných a také realizováno.“¹⁷⁸

V závěru Němec napsal, že je obzvláště pozoruhodné najít funkční analog živočišných nervů u rostlin, jelikož rostliny postrádají jednotný buněčný systém uzpůsobený a specializovaný na recepci počitků a vedení vzruchu.¹⁷⁹ Považoval nalezená vlákna za „úplně obdobné“ elementům popsaným dříve S. Apáthym, a prý i jejich rozpad je v mnoha ohledech podobný degradaci neurofibril živočichů.¹⁸⁰ Dodal, že šíření vzruchu, podobně jako v živočišných fibrilách, probíhá buď v kyanofilním obalu vláken, nebo v homogenní hmotě z níž se vlákna skládají.¹⁸¹

Zdůrazňoval, jak moc významný je nález podobných struktur u rostlin - jedním z hlavních důvodů uváděných pro odlišnost živočichů od rostlin, ba i jejich nadřazenost, byla v té době přítomnost nervového systému.¹⁸² A i když je podobnost mezi rostlinnými

¹⁷⁶ B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitende Strukturen bei den Pflanzen*, s. 122-139.

¹⁷⁷ B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plasmu*, s. 65.

¹⁷⁸ Tamtéž, s. 67.

¹⁷⁹ Tamtéž.

¹⁸⁰ Tamtéž.

¹⁸¹ Tamtéž.

¹⁸² Srov. B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, s. 149; K nadřazenosti živočichů Němec uvádí studii - Johanners Reinke, „Ueber die Entwicklung der Naturwissenschaften insbesondere der Biologie im neunzehnten Jahrhundert“, *Deutsche Rundschau* 26 (1900), č. 102, s. 238. Ch. Darwin píše o podřadnosti rostlin i ve vztahu k nižším živočichům z důvodu (až na výjimku) absence schopnosti alespoň reflexních reakcí, srov. Ch. Darwin, *Insectivorous Plants*, s. 366-367.

fibrilami a nervy zvířat čistě formální, nepadl uvedený rozdíl podle B. Němce po jeho objevech tak nepřekonatelně.¹⁸³ Podtrhnul, že:

„Živočichové a rostliny v podstatných a všeobecně rozšířených znacích mají tak málo rozdílného, že nelze pochybovati o totožnosti základních zjevů životních, jak se odehrávají v tělech živočišných a rostlinných. K dosažení téhož účelu vyvíjejí se zde i tam tytéž struktury, lépe řečeno, s těmitéž strukturami spojeny jsou u rostlin i živočichů tytéž fyziologické funkce. Souhlasnost struktur, které dovede živá hmota vytvořiti, jde do největších podrobností.“¹⁸⁴

3.4. Význam vláken nalezených B. Němcem

V roce 1901 na Němcovy nálezy reagoval Gottlieb Haberlandt (1854-1945) článkem, v němž poukázal na možné uchopení Němcem objevených provazců jako kinoplazmy¹⁸⁵ a rozebral nesrovnalosti.¹⁸⁶ Mluvil např. o tom, že analogie s živočišnými nervy pokulhává, jelikož rostlinné fibrily neprocházejí napříč souvislou řadou buněk, nýbrž jsou vždy přerušeny na hranici dvou buněk.¹⁸⁷ Poukázal i na nejednoznačnost výsledků experimentů, i když ocenil Němcovu pečlivost při jejich provedení.¹⁸⁸ Dále zmiňoval možnost interpretace nalezených provazců jakožto nástroje komunikace mezi jádrem a

¹⁸³ B. Němec, *Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, s. 149. V české studii je ve shodnocení podobnosti méně zdrženlivý a píše, že fibrily „zcela jsou obdobnými nervovým fibrilám živočišným“ v B. Němec, *Studie o dráždivosti rostlinné plazmy*, s. 70.

¹⁸⁴ Tamtéž, 70.

¹⁸⁵ Kinoplazma je podle Eduarda Strasburgera (1844-1912) aktivní část protoplazmy, účastní se buněčného dělení a může se skládat i z jemných fibril; dalším typem protoplazmy je trophoplazma, která má vyživovací funkci. Srov. např. Eduard Strasburger. „Schwärmosporen Gameten, pflanzenlichen Spermatozoiden“. *Histologische Beiträge* 4 (1892), 49.

¹⁸⁶ Gottlieb Haberlandt, „Ueber Reizleitung im Pflanzenreich“. *Biologisches Centralblatt* 21 (1901), č. 12, s. 369-383.

¹⁸⁷ Tamtéž, s. 373.

¹⁸⁸ Podle něj je nepřesvědčivost výsledků problém většiny výzkumu v oblasti fyziologie dráždivosti; „Mezi všemi experimenty, které Němec provedl jsem nenašel jediný, který by jednoznačně promlouval ve prospěch jeho názoru“ („Ich habe unter all den von Němec angestellten Experimenten nicht eines gefunden, das unzweideutig zu Gunsten seiner Ansicht sprechen würde“), tamtéž, s. 374.

buněčnou membránou uvnitř jednotlivých buněk; vyplývá to podle něj např. z toho, že Němcova pozorování vycházejí z ještě nevyvinutých rostlinných buněk, a z toho, že podle Němcových ilustrací provazce se nachází v těsném kontaktu s jádrem^{189 190}. Oceňoval přínos Němcovy studie v tom, že podněcovala diskuzi a budoucí zkoumání - jednalo se podle něj o „naprosto vynikající výkon“, a to dokonce „i kdyby se ukázalo, že zde popsané velmi zvláštní struktury z hlediska funkce nejsou takové, za jaké je prohlásil jejich objevitel.“¹⁹¹

Ve stejném roce vydal Němec v reakci na Haberlandtovy výtky studii, v níž psal o významu objevu rostlinných nervových fibril ve vztahu ke Strasburgerově teorii kinoplazmy.¹⁹² Znovu poukázal na obtížnost výzkumu jevů, o nichž lze činit pouze nepřímé závěry a u kterých je potřeba opatrnosti k odlišení artefaktů od jevů probíhajících in vivo.¹⁹³ Tvrdil, že provazcovité struktury je sice možné spojit s pojmem kinoplazmy, ovšem nemusí to nutně znamenat lepší vysvětlení sledovaného jevu¹⁹⁴. Uvedl, že zatímco navýšení teploty stimuluje vznik kinoplastických struktur popsaných Strasburgerem, jím popsané provazce zcela mizí za abnormálně vysoké teploty a znova se objevují při jejím snížení.^{195 196} Dále psal, že se sice fibrily občas dotýkají jádra, avšak nemusí tomu tak být vždy; klíčové je, že vedou od jedné mezibuněčné hranice ke druhé¹⁹⁷. Dodal, že vedení vzruchu u rostlin lze pozorovat i tam, kde nejsou provazce,

¹⁸⁹ Tamtéž, s. 378.

¹⁹⁰ Uvedl i vlastní práci, v níž popsal síť plazmatických vláken zprostředkávající vztah mezi buněčným jádrem a plastidem, v němž se tvoří škrob, srov. G. Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie* 2. vydání, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1896), s. 233, 480.

¹⁹¹ „[...] Hervorragende Leistung. [...] Selbst dann, wenn die darin beschriebenen, sehr merkwürdigen Strukturen in funktioneller Hinsicht sich nicht als das erweisen sollten, als was sie ihr Entdecker hinstellt“, G. Haberlandt. „Ueber Reizleitung im Pflanzenreich“, s. 379.

¹⁹² B. Němec. „Die Bedeutung der fibrillären Strukturen bei den Pflanzen“, *Biologische Centralblatt* 21 (1901), č. 17, s. 529-538.

¹⁹³ Tamtéž, 529.

¹⁹⁴ Tamtéž.

¹⁹⁵ Tamtéž, 532.

¹⁹⁶ Jejich regenerace není doprovázena ani dělením buňky, ani jádra, viz tamtéž.

¹⁹⁷ Tamtéž, 531.

probíhá ale pomaleji, a že „též u živočichů nejspíše mohou být stimuly vedeny bez nervů a dokonce vést k reflexům, které ovšem probíhají předem danými způsoby.“¹⁹⁸

Ve své reakci opět z téhož roku Haberlandt napsal, že vzal Němcovo vysvětlení na vědomí a provedl vlastní zkoumání.¹⁹⁹ Trval na tom, že struktury popsané dříve a jinými autory odpovídají Němcovým pozorováním, dodal, že z toho navíc plyne, že podobná vlákna (nebo lamely)²⁰⁰ nejspíše můžeme nalézt ve všech rostlinných orgánech²⁰¹. Poukázal i na to, že při jeho pokusech pozorované struktury mizely samovolně a nejen při změně teploty či mechanickém narušení a že se celkově jedná o dynamické struktury.²⁰² Zmínil i skutečnost, že pozoroval provazce většinou zapletené do sítí a že tedy Němcův důraz na to, že fibrily vedou z jednoho konce buňky na druhý a v sousední buňce na ně navazují další, je možná neopodstatněný.²⁰³ Z uvedených skutečností dále vyvozoval, že diskutované provazce nemají vedení vzruchu jako svou (primární) funkci.²⁰⁴ Na konci textu ovšem opět zdůraznil Němcovu zásluhu na tom, že si jako první položil otázku, zda by dráždivé struktury u rostlin nemohly být pozorovatelné v protoplazmě.²⁰⁵ V pozdějším anglickém vydání *Fysiologické anatomie rostlin* uvedl, že je možné, aby pozorovaná vlákna vedla stimuly z jádra do periferie, ovšem že z toho nelze činit závěr o tom, že se jedná o struktury k tomu speciálně uzpůsobené.²⁰⁶

¹⁹⁸ „Auch bei Tieren können höchst wahrscheinlich Reize ohne Nerven geleitet werden und sogar zu Reflexen führen, welche allerdings in einer vorbestimmten Weise verlaufen“, tamtéž, s. 536.

¹⁹⁹ G. Haberlandt, „Ueber fibrilläre Plasmastructuren“, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 19 (1901), č 72, s. 569-578.

²⁰⁰ Vychází z Ernsta Crata, který ve starší studii navrhoval, aby se provazcovité struktury v proudící rostlinné protoplazmě představovaly spíše jako destičky, které jen působí vláknitě, z důvodu neustálého pohybu, srov. Ernst Crato, „Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus“, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* 7(1896) č 3., s. 407-535 podle G. Haberlandt, „Ueber fibrilläre Plasmastructuren“, s. 573.

²⁰¹ Opírá se obecně o starší nálezy v oblasti proudění plazmy, uvádí znovu i kinoplazmu, srov. G. Haberlandt. „Ueber fibrilläre Plasmastructuren“, s. 572-574.

²⁰² Tamtéž, s. 575-577.

²⁰³ G. Haberlandt. „Ueber fibrilläre Plasmastructuren“, s. 578.

²⁰⁴ Uvádí, že by mohly mít funkci zásobní, srov. tamtéž, 578.

²⁰⁵ Tamtéž, 577-578:

²⁰⁶ Gottlieb Haberlandt. *Physiological plant anatomy*, překl. Montagu Drummond, Londýn: Macmillan and Co. Limited (1914), s. 638-639.

I přesto, že Němcovy závěry byly vyvráceny G. Haberlandtem, jím pozorované struktury jsou z dnešního pohledu zajímavé - patrně byl jedním z prvních, ba možná úplně první, kdo pozoroval a především detailně zaznamenal vlákna F-aktinu tvořící rostlinný cytoskelet, (**obr. 2**).²⁰⁷ Němce by skeletální funkce nejspíše nenapadla - jeden z prvních případů konceptualizace buněčných fibril jako struktur udržujících tvar buňky se objevil v člancích ruského genetika a cytologa Nikolaje Kolčova (1872-1940) v roce 1903 a výraz buněčná kostra či cytoskelet použil Kolčov ještě mnohem později.²⁰⁸ Haberlandtův popis samovolně se rozpadajících dynamických struktur odpovídá dnešnímu pohledu na cytoskelet jako na extrémně dynamický systém samouspořádávající se do široké škály struktur, které se později rozpadají.²⁰⁹

Současní rostlinní fyziologové František Baluška a Andrej Hlavačka ukázali ve studii z roku 2005, že dynamické sítě (meshwork) aktinových vláken uspořádaných formy mohou fungovat jako nervová a imunologická spojení napříč rostlinnými buňkami, a tedy účastnit se vedení signálů, jak předpokládal B. Němec.²¹⁰ Dodnes je tak Němcův teoretický odkaz součástí diskuzí o rostlinné kognici a neurobiologii.²¹¹ Podobně jako v minulosti se i dnes řeší otázka používání pro zkoumání rostlinných procesů názvu původně určeného pro živočichy - neurobiologie. Zastánci oboru obhajují termín

²⁰⁷ Srov. František Baluška a Andrej Hlavačka, „Plant formins come of age: something special about cross-walls“, *New Phytologist* 168 (2005), č. 3, s. 499-503.

²⁰⁸ Srov. Nikolai K. Koltzoff. „Ueber formbestimmende elastische Gebilde in Zellen“, *Biologisches Centralblatt* 23 (1903), č. 20, s. 680-696; též, *Организация клетки: сборник экспериментальных статей и речей 1903-1935 гг.*, Moskva: Биомедгиз, (1936).

²⁰⁹ Srov. např. Giulia Foffan, Nicolas Levernier a Martin Lenz. „The dynamics of filament assembly define cytoskeletal network morphology“. *Nature Communications* 7, 13827 (Dec 2016): 1-8. <https://doi.org/10.1038/ncomms13827>.

²¹⁰ Tamtéž, s. 502.

²¹¹ Srov. F. Baluška a Stefano Macuso, „Plant Cognition and Behavior: From Environmental Awareness to Synaptic Circuits Navigating Root Apices“ v *Memory and Learning in Plants*, eds. F. Baluška, Monica Gagliano, Guenther Witzany, Cham: Springer International Publishing (2018), s. 51-77.

„rostlinná neurobiologie“ např. poukázáním na jeho etymologii - řecké slovo neuron (νεῦρον) znamená vlákno a často se používá pro vlákna rostlinná.²¹²

Z dnešního pohledu se zdá, že omezení soudobým stavem poznání a úrovní používaných technologií (světelný mikroskop) popisovali jednotliví badatelé při shodných objektech pozorování v rostlinných buňkách struktury, které odpovídaly otázkám, jež si ten který z nich pokládal; navíc čím běžnějšími se stávaly v cytologii hypotézy, tím konkrétnější podoby a funkce se připisovaly pozorovaným jevům. E. Strasburger tak mluví obecně o pohyblivé plazmě, B. Němec zkoumá podráždění hledá analogie vodivých struktur pozorovaných v živočišných buňkách, N. Kolcov se snaží najít elastické struktury udržující tvar buňky.

3.5. České pojmosloví a oduševnělost rostlin

Závěry svých odborných prací a historii výzkumu v otázce dráždivosti plazmy a rostlinných smyslů shrnul B. Němec v roce 1901 v přednášce *O smyslové a reflektivní činnosti rostlin*, ve stejném roce vyšla zkrácená verze přednášky na pokračování v *Živě* a zjevně v reakci na kritiku vyšlo v *Živě* pojednání *O čivosti, citlivosti, dráždivosti a reaktivnosti rostlin*. Ve všech těchto textech informuje Němec čtenáře o způsobech, jakými rostliny získávají informace o okolním světě. Jelikož se v rámci přípravy této práce nepovedlo dohledat anonymní článek, na nějž Němec v *Živě* reaguje, bude zde uveden kritický článek Františka Krejčího před články Němcovými, v nichž ten Krejčího výtky částečně předjímal.

Český filozof a psycholog František Krejčí v časopisu Filosofické jednoty *Česká mysl* v rubrice *Přehledy časopisecké* v roce 1902 reagoval na Němcovy populární statě. Poukazoval na to, že Němec sice tvrdil, že „nebudeme rostlinám připisovati nějaké pochody psychické“²¹³, ale následně v uvedených člancích pro rostlinné pochody použil

²¹² Srov. F. Baluška, Peter W. Barlow, S. Mancuso a Dieter Volkmann. „Preface“ v *Communication in Plants: Neuronal Aspects of Plant Life*, eds. František Baluška, Stefano Mancuso a Dieter Volkmann, Berlin-Hiedelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2006), s. V-IX; Eric D. Brenner et al. „Plant Neurobiology: An Integrated View of Plant Signaling“, *Trends in Plant Science* 11 (2006), č. 8, s. 413-419. doi: 10.1016/j.tplants.2006.06.009.

²¹³ B. Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin (Dokončení)“, *Živa* 11 (1901), č. 7, s. 205-208.

psychologické termíny odpovídající duševním pochodům.²¹⁴ Vyčítal Němcovi dále „neprozřetelnost“ v podobě používání pojmů jasně vymezených pro označení dějů a ústrojů pouze funkčně analogických, nikoliv svou podstatou shodných.²¹⁵ Napsal dále, že „smysl znamená duševní způsobilost čidla a čidlo znamená orgán utvořený a přizpůsobený čítí anebo vnímání na základě určitého pudu“, takže tvrdíme-li, že má rostlina smysly a čije, mluvíme o duševních pochodech a vyplývá z toho předpoklad rostlinné duše.²¹⁶ Ohledně rostlinného ústrojí ke vnímání zemské tíže²¹⁷ tvrdil Krejčí, že:

„To není žádné analogon statického smyslu živočišného, jak si jej představují někteří fyziologové; ten vypadá anatomicky zcela jinak, funguje zcela jinak, má princip podráždění zcela jiný a zcela jiný teleologický význam. Jediná analogie je v názvu. Ostatní je vědecká fantasie.“²¹⁸

Jako příklad lepšího uchopení rostlinných dějů uvedl F. Krejčí článek Oldřicha Kramáře *O vodivých strukturách v rostlinstvu*, který shodou okolností též popularizoval Němcovy objevy na poli gravitropismu.²¹⁹ Krejčí na něm vyzdvihoval skutečnost, že „přesunování psychických pojmů do rostlinné fyziologie jest se vyvarováno“, ale dodal, že i výraz *percepční aparát* užívaný Kramářem považuje za moc metaforický.²²⁰ Krejčovy terminologické výtky tak připomínají starší výtky D. T. MacDougala vůči pojmům užívaným v německé rostlinné fyziologii.²²¹

²¹⁴ František Krejčí, „Živa, časopis přírodničský. Redaktor Boh. Raýman. Ročník XI. 1901“, *Česká mysl* 3 (1902), č. 3., s. 226-228.

²¹⁵ Tamtéž, s. 226-227.

²¹⁶ Tamtéž, s. 226.

²¹⁷ „Smyslových buněk je v četných místech mnoho, ve vrcholech kořenových tvoří v čepičce celý zvláštní komplex, který beze vší pochyby možno nazvati ústrojem smyslovým“, B. Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin“, *Živa* 11 (1901), č. 6, s. 164.

²¹⁸ F. Krejčí, „Živa, časopis přírodničský. Redaktor Boh. Raýman. Ročník XI 1901“, s. 227.

²¹⁹ Tamtéž, s. 228.

²²⁰ Tamtéž.

²²¹ Srov. D. T. MacDougal, „The Curvature of Roots“, s. 52-53.

Krejčí psal, že pokud nechce být Němec řazen po bok vědců a filozofů věřících v duševní život rostlin, jako jsou např. švýcarský botanik Karl Wilhelm von Nägeli (1817-1891)²²² nebo německý filozof a psycholog G. T. Fechner, nesmí používat tak přehnaných analogií, jako „zde máme smyslový ústroj zcela shodný se smyslovým ústrojem živočišným.“²²³ Dodal, že „nikoli, máme pouze ústroj, aparát, přizpůsobený určité reakci, zcela shodný (dejme tomu) s ústrojem živočišným přizpůsobeným určité reakci, která u tohoto je někdy provázena vědomými stavy.“²²⁴ Na konci článku vyjádřil obavu, že nepřesná terminologie a nepatřičné otevírání otázek duševnosti svádí českou přírodovědu na zcestí naturfilosofie.²²⁵

B. Němec se ovšem v článku *O smyslové a reflektivní činnosti rostlin* jasně vůči Nägeliho i Fechnerově pojetí rostlinné duše a rostlinných smyslů vymezil a zároveň zdůraznil, že podle něj přítomnost smyslových ústrojí nemusí souviset s přítomností duševních pochodů, jelikož se mohou smysly projevovat veskrze reflexy.²²⁶ Shrnul to v závěru:

„Ukázali jsme, že rostliny mají svůj smyslový i reflektivní život analogický životu živočichů. Ale jestli ani u živočichů reflektivní činnost nemusí býti spojená se zjevy psychickými, je tím méně pravděpodobno, že tomu tak je u rostlin. A dejme tomu, že mají svůj psychický život, nikdy o něm něco pozitivního se nedovíme. Zde opouští nás nejen přímý soud, ale i analogie. Jsme u hranic, u kterých třeba si připomenouti slova básníka ‚Zanechte veškeré naděje vy, kteří vstupujete‘.“²²⁷

²²² Známý především jako první vědec, který pozoroval struktury později identifikované jako chromosomy (v jeho terminologii transitorní cytoblasty). Věřil v teorii samozplození a ve své době odmítl i Mendelovy experimenty.

²²³ „Tu máme v principu tentýž ústroj, jakým je statický orgán u živočichů“ v B. Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin“, s. 164.

²²⁴ Tamtéž, s. 227.

²²⁵ „Vestigia naturphilosophorum terrent“ (Děsím se stop naturfilosofie), tamtéž, s. 228.

²²⁶ B. Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin (Dokončení)“, s. 208.

²²⁷ Tamtéž, s. 208.

Tady ovšem vyvstává otázka řešena dříve např. T. Beerem, A. Bethem a J. Uexküllem, zda je i reflex vhodným termínem pro rostlinné tropismy.²²⁸ F. Krejčí např. i gravitropickou reakci přirovnával k růstu vousů a odmítl ji nazývat smyslem.²²⁹ Němec si však pro smysl vypůjčil definici F. Nolla a označil ho za „schopnost živé hmoty, popud určité jakosti vnímati, percipovati a naň reagovati.“²³⁰ Položil si otázku, zda je možné u rostlin vůbec hovořit o smyslech, a uvedl, že rostlina má smysly pro „světlo, teplo, směr tíže, galvanický proud, proud tekoucí vody, chemické vlastnosti prostředí, tlak, otřes, dotyk pevných těles a mechanický tah“, jelikož působení uvedených jevů vyvolává v rostlině „změnu anebo určitý stav životní činnosti.“²³¹ Tyto smysly přirovnal ke smyslům zvířecím, i konkrétně lidským, ale uvedl, že sice smysl pro galvanický proud mají rostliny navíc, oproti zvířatům jim však zcela chybí smysly pro magnetismus a pravděpodobně i schopnost vnímání chvění vzduchu (sluch).²³² V práci z roku 1901 věnované gravitropickým reakcím rostlin uvažoval Němec o tom, že statické orgány rostlin by snad mohly mít schopnost vnímat vibrace média, v němž se nacházejí, avšak že kvůli biologické neúčinnosti takové způsobilosti pro rostliny, nejspíše nelze u nich očekávat pokročilé schopnosti reagovat na tyto vibrace.²³³

V článku o smyslové a reflektivní činnosti rostlin B. Němec dále psal, že v minulosti byly rostlinám odpírány duševní pochody a smysly z důvodu silné odlišnosti rostlin od člověka v tom, jaká mají smyslová ústrojí, jak reagují na podněty, ale i jak vypadají.²³⁴ Dále mluvil o tom, že bychom se mohli zdráhat přiznávat rostlinám smysly, protože „nemají tak složitých ústrojů smyslových, jako živočichové“, což je podle něj pouze

²²⁸ Srov. T. Beer, A. Bethe a J. Uexküll, „Vorschläge zu einer objektiven Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems“, s. 517-521.

²²⁹ F. Krejčí, „Živa, časopis přírodničský. Redaktor Boh. Raýman. Ročník XI. 1901“, s. 227.

²³⁰ B. Němec. „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin“, s.162.

²³¹ Tamtéž.

²³² V roce 2019 se vědcům podařilo prokázat, že rostliny vnímají zvuky vydávané opylovači a reagují na ně, viz Marine Veits et al. „Flowers respond to pollinator sound within minutes by increasing nectar sugar concentration“. *Ecology Letters* 22, č. 9 (Jul 2019): 1483-1492. <https://doi.org/10.1111/ele.13331>.

²³³ B. Němec, „Ueber die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 36 (1901), s. 80-178, konkrétně s. 178.

²³⁴ B. Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin“, s. 162.

zdánlivé - uvedl jako příklad mikroskopické hrbolky na úponcích, které vnímají dotyk a otřes, nebo např. červené skvrny krásnooček (*Euglena*).²³⁵ Zmínil, že v minulosti byl problém dokázat dráždivost rostlin kvůli pozvolnosti jejich pohybů.²³⁶ Zdůraznil i chybnost antropomorfních a subjektivních úvah o smyslech a citech rostlin populárních v minulosti, jichž se ale dle něj „poslední desetiletí [...] zhostila.“²³⁷ Jinde dodal, že i když je „silně skeptický vůči nadějím, že psychický život u rostlin bude možno učiniti pravděpodobným“, nelze možnost psychických jevů u rostlin a priori zamítnout.²³⁸

Dále ve svém článku *O čivosti, citlivosti, dráždivosti a reaktivnosti rostlin* v podstatě předjímal Krejčího kritiku týkající se nepřesné až zavádějící terminologie.²³⁹ Uvedl, že v češtině není sjednocená nomenklatura v otázkách dráždivosti, zejména oproti němčině, v níž navíc vychází většina relevantních prací.²⁴⁰ Právě německým názvoslovím se prý Němec inspiroval při psaní vlastní práce v češtině, jedná se tak „z větší části o pouhý překlad ve vědě již všeobecně přijatých a správných názorů pro přesné pojmy.“²⁴¹ Vysvětloval pak rozdíl mezi citem a citlivostí:

²³⁵ Ty se dnes již delší dobu neřadí mezi rostliny, v tuto chvíli jsou součástí samostatného taxonu Discoba, který byl součástí dřívější superskupiny Excavata, viz Fabien Burki et al. „The New Tree of Eukaryotes“, *Trends in Ecology & Evolution* 35 (2020), č. 1, s.43-55, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.08.008>; v očích laika ale vypadají eugleny stále jako rostliny a nejen v minulosti, nýbrž i dnes jim jsou často upírány vlastnosti, které jsou v analogických případech uznávány zvířatům. S. Mancuso a Alessandra Viola poukázali na to, že zatímco trepkám (dříve řazeným mezi živočichy) byla v minulosti přiznávána alespoň omezená míra inteligence, přezdívalo se jim „plovoucí neuron“, krásnoočka takto (skoro) nikdo nevyzdvíhal, a to i přes to, že „dovede všechno to, co umí treпка, a navíc vidí a může produkovat energii přeměnou slunečního světla“, viz S. Mancuso a Alessandra Viola, *Vnímavá zeleň*, překl. Jiří Špaček, Praha: Malvern (2018), s. 26-29. B. Němec, „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin“, s. 162.

²³⁶ Tamtéž, s. 162.

²³⁷ Tamtéž.

²³⁸ Bohumil Němec. „O čivosti, citlivosti, dráždivosti a reaktivnosti rostlin“, s. 189.

²³⁹ Přesněji řečeno uvádí, že mu již někdo vyčetl nepřesnou terminologii použitou ve *Studii o dráždivosti rostlinné plasmy*, jednalo se o kritiku ze strany anonymního pisatele, který údajně reagoval na to, že Němcův spis vzbudil v jiném autorovi zdání, že „rostliny ‚vodí pocity‘!“, srov. B. Němec, „O čivosti, citlivosti, dráždivosti a reaktivnosti rostlin“, s. 188-190. Ani jeden z uvedených textů se v rámci přípravy této práce nepodařilo dohledat.

²⁴⁰ Tamtéž, s. 189.

²⁴¹ Tamtéž, s. 190.

„Cit a cítit jsou slova psychický zjev označující, nikoli však citlivost. Neboť váhy, chemické reakce, a magnetické střelky jsou *citlivé* a přece *ne cítí*. Také rostliny mají citlivost, ale nemusí mít cit.“²⁴²

Dále poukázal na to, že v rostlinné fyziologii se nepojil např. pojem percepce s žádným psychickým jevem a byl hojně používán německými fyziology.²⁴³ V závěru dodal, že „ti, kdo fyziologických spisů nečtou, nemohou vědět, co které slovo značí“, čímž vyzýval případné kritiky k tomu, aby se na jeho dílo dívali v kontextu ostatních prací v oboru.²⁴⁴

Vyjadřil se i k otázce přítomnosti smyslů u rostlin:

„Nazveme-li živočišné ústroje statické *smyslovými*, možno tak označovati také statické ústroje rostlinné. Jsou to skutečné ústroje na určité buňky omezené, které se vyznačují zcela specifickými vlastnostmi. [...] Kdo nazve statický ústroj živočišný *receptivním orgánem*, nazve jim také statický ústroj rostlinný. *Podstatného* rozdílu mezi nimi není. Schopnost určitý popud čítí zoveme u živočichů *smyslem*. Téhož názvu možno užiti pro rostliny. Kdo nepřipisuje *smysly* a *smyslové ústroje* živočichům (snad od ryb dolů), nepřipíše jich ovšem ani rostlinám.“²⁴⁵

Zajímavé pak je, že ve své reakci na přednášku zoologa a filozofa Emanuela Rádla *O sluchu nižších zvířat* na IV. sjezdu českých přírodovědců a lékařů mluvil B. Němec o tom, že by „považoval za výhodno užívat místo názvu ‚sluch‘ u nižších zvířat, kde o kvalitách pocitových ničeho nelze se dovědět, podobně jako u rostlin, reagujících na otřesy, názvů objektivních.“²⁴⁶

Zároveň si v článku *O čivosti, citlivosti a dráždivosti a reaktivnosti rostlin* Němec ještě rýpnul do Františka Mareše a jeho, dle Němce, nekonsistentní terminologie, kterou staví proti té své:

²⁴² „Cit a cítit jsou slova psychický zjev označující, nikoli však citlivost. Neboť váhy, chemické reakce, a magnetické střelky jsou *citlivé* a přece *ne cítí*. Také rostliny mají citlivost, ale nemusí mít cit“, tamtéž, s. 189-190.

²⁴³ Tamtéž, s. 190.

²⁴⁴ Tamtéž.

²⁴⁵ Tamtéž, 189.

²⁴⁶ Bohumil Němec. „Protokoly o schůzích sekčních“. 288-530, 307-308

„[...] Čteme u téhož autora (odborník) zcela protimyslné věty [...] Činí-li tak odborníci ve fyziologii, tím hůře u neodborníků. [...] Čí formulace pojmová může svést k nesmyslům, ukazují citáty svrchu uvedené.“²⁴⁷

Němcův článek se přitom v časopisu objevil pod statí B. Raýmana *Hlasy obranné*, v níž ten ostře reagoval na téhož roku vydaný Marešův spis *Idealism a realism*²⁴⁸. Koneckonců i pozitivista F. Krejčí se zapojil do probíhajícího tzv. sporu o principie vědeckého poznání, a dá se předpokládat, že se obával, že Němcovy články podporovaly stranu F. Mareše.²⁴⁹ Nenásledovala žádná otevřená Němcova reakce na Krejčího výtky, ale později např. během přednášky o úkolech rostlinné fyziologie pro *Českou akademii císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění* z roku 1904 neužíval B. Němec Krejčím zproblematizovaných pojmů jako citlivost, smysly nebo čítí, ale omezil se pouze na „pochody vybavené a velmi komplexní“, které v rostlině probíhají v souvislosti s působením vnějších faktorů.²⁵⁰

3.6. Smysly a duše rostlin

Sám B. Němec ve své přednášce o smyslové a reflektivní činnosti rostlin poukazoval na to, že v minulosti „k rozlišování živočichů a rostlin velmi zhusta bylo užíváno znaků zcela subjektivních, jakými jsou pocity, cítění vůbec, vědomí atd., tedy zjevy psychické“, což označil za nepřesné.²⁵¹ Odmítl tak např. i Sachsův pojem specifické energie, jelikož je „příliš subjektivistický, než aby ho bylo možno v rostlinné fyziologii užívat.“²⁵²

²⁴⁷ Z uvedených citací, např. „Hledíš-li na živá těla očima, jako fysik a chemik na tělesa, shledáš pohyby, hledíš-li na ně svým vnitřním okem, ukazuje se ti v nich *život*, který sám v sobě prožíváš jako *soubor citů a pudů*“, je jasné, že se jedná o Mareše. srov. František Mareš. *Idealism a realism*, s. 154; B. Němec, „O čivosti, citlivosti, dráždivosti a reaktivnosti rostlin“, s. 188-190.

²⁴⁸ Srov. Bohuslav Raýman. „Hlasy obranné“, *Živa* 7 (1901), č. 6, s. 186-188.

²⁴⁹ Ke konfliktu F. Krejčího s F. Marešem a E. Babákem viz Václav Příhoda, „Krejčího boj za vědeckou psychologii“, *Sborník ku počtě Františka Krejčího*, eds. Josef Navrátil a Jaroslav Šimsa, (1929), s. 128-155.

²⁵⁰ B. Němec, „Úkoly rostlinné fyziologie“, *Almanach České akademie* 15 (1904), s. 169-190.

²⁵¹ B. Němec, *O smyslové a reflektivní činnosti rostlin*, s. 1.

²⁵² Tamtéž, s. 55.

Výraz reflex za takové subjektivní označení B. Němec nepovažoval, „neboť ani u živočichů s ním nespojujeme nic psychického (subjektivního).“²⁵³ Psal dále, že Beer, Bethe a Uexküll byli proti použití termínu reflex pro rostliny a jednobuněčné organismy z „důvodů skoro morfologických“.²⁵⁴ Dodal, že nález vodivých struktur v rostlinných buňkách a skutečnost, že se podráždění šíří rostlinnými pletivy i za nepřítomnosti takových struktur, ho vede k nepřijetí navrženého „objektivního“ pojmu antitypie, poněvadž jsou hranice mezi antitypií a reflexem nepřesné.²⁵⁵ Uznával, že smysl a smyslové ústrojí jsou subjektivnějšími výrazy, ale psal, že jich, „nestavíme-li se na výstřední stanovisko subjektivistické, možno tolikéž užítí jak pro živočichy, tak pro rostliny, zvláště když přihlídneme také k faktům morfologickým.“²⁵⁶

„Smyslovými ústroji však zoveme zařízení *výhradně* percepce nějakého popudu sloužící. Jsou-li snad části rostlinných údů, které se nevyznačují takovým výhradním zařízením, nýbrž jen zvýšenou čivostí proti některému vnějšímu popudu, můžeme je nazvati jen *sensoriem*, abychom je odlišili.“²⁵⁷

Přiznával rostlinám smyslové ústroje pro světelný popud, popud mechanický a pro percepce směru tíže.²⁵⁸ Dodal však, že i když další smyslové ústroje neznáme, nevylučuje to jejich existenci: „můžeme smyslové ústroje především tam očekávati, kde citlivost proti některému vnějšímu popudu je na některé části údu rostlinného zvláště vysoce vyvinuta, anebo tam, kde na určité místo je schopnost percepce určitého popudu omezena.“²⁵⁹ Opatrněji podotkl, že „zvýšená nebo lokalizovaná citlivost zvláštní organisace viditelné [...] nutně nepředpokládá.“²⁶⁰

Dále napsal, že nelze mluvit o psychických pochodech u rostlin, zejména z důvodu nemožnosti se přesvědčit o jejich přítomnosti nebo absenci, zdůrazňuje ovšem:

²⁵³ Tamtéž, s. 7.

²⁵⁴ Tamtéž, s. 7-8.

²⁵⁵ Tamtéž, s. 8, 35.

²⁵⁶ Tamtéž, s. 8.

²⁵⁷ Tamtéž, s. 20.

²⁵⁸ Tamtéž.

²⁵⁹ Tamtéž, s. 29.

²⁶⁰ Tamtéž.

„Jestliže [...] rostliny mohou vytvořiti složitý oblouk reflektivní analogický reflektivnímu oblouku živočišnému, kterýžto svojí další diferenciací dal původ ústroji, v němž probíhá psychický korrelát pochodů vnějším popudem vzbuzených, je věc se všeobecného stanoviska vysoce důležitá: činí se tím pravdě podobným, že rostliny mají schopnost ubírat se touže cestou jakou se bral u živočichů vývoj smyslových reflektorických ústrojů, ano i ústrojů, v nichž děje se pochod psychických korrelatů podráždění.“²⁶¹

Důvod nedosažení rostlinami „téže dokonalosti smyslového a reflektivního života, jaký nalézáme u živočichů“ hledal B. Němec ve stavbě rostlinného těla, sesilním způsobu života a způsobu vývoje; podle něj „rostliny dokonalosti té vůbec nepotřebují, stejně jako jí nepotřebují nižší Metazoa, ku př. houby [(*Porifera*)].“²⁶² Kdybychom rostlinám přeci jen přiznali duševní život, byl by podle Němce velice chudý, a to právě z důvodu omezenosti smyslových ústrojů a jednotvárnosti reflektorických reakcí.²⁶³

Jak píše J. Janko, po Haberlandtových výtkách se B. Němec k otázce vodivých struktur nevrátil²⁶⁴ a postupně navíc opustil i výzkum fyziologie dráždivosti. O smyslech, pohybech a duševních pochodech rostlin však uvažoval i nadále. Jistou kulminací těchto úvah bylo vydání populární knihy *Duše rostlin* v roce 1937. V ní Němec uvažoval o základních otázkách biologie, např. o podstatě života, jeho smyslu a původu, o smrti, nesmrtelnosti, rozmnožování, účelnosti, dědičnosti a evoluci, to vše se zvláštním zřetelem k povaze těchto jevů u rostlin; rostlinnými smysly a duší se zabýval převážně v prvních dvou kapitolách „Jak žijí rostliny“ a „Duše rostlin“.²⁶⁵

Obecně o smyslové činnosti rostlin psal podobně jako v předchozích článcích, zmínil i obtížnost usuzování na duševní život rostlin a zdůraznil, že rostlina „není [...] s to rozvážně *jednat*.“²⁶⁶ Dále rozebíral možnost přítomnosti paměti u rostlin a uvedl:

²⁶¹ Tamtéž, s. 35.

²⁶² Tamtéž, s. 35-36.

²⁶³ Tamtéž, s. 44.

²⁶⁴ J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu u rostlin: Friedrich Czapek a Bohumil Němec“, s. 40.

²⁶⁵ B. Němec, *Duše rostlin* 2. vydání, Praha: Nakladatelství pražské akciové tiskárny (1938), s. 7-77.

²⁶⁶ Tamtéž, s. 44-45, 68-69.

„Ač to nelze dokázati, není přece vyloučeno, že mají *vjemy*. Ale tyto *vjemy* nezanechávají v rostlině žádných stop, jako v mozku lidském, rostliny žijí vždycky jen v přítomnosti a v minulosti jen potud, pokud reakce na poslední vnější podnět, který na ně působil, v nich nedozněla.“²⁶⁷

Dodal, že „nikdy nikdo rostlinu ničemu *nenaučil*. Není schopna *dresury* ani *uče[n]livosti*, z níž by bylo možno souditi na asociaci představ.“²⁶⁸ Z těchto skutečností dále vyvozoval, že u rostlin nelze „předpokládati *jednotné vědomí* ani zkušenost, rozvahu, rozum a schopnost účelného, vědomého jednání.“²⁶⁹

Spekuloval o podobě duševního života rostliny, kdyby takový život skutečně měla:

„Rostliny by si snad mohly uvědomovati pouze řadu *nesouvislých počitků* nebo *vjemů* a snad v každém orgánu jejich vznikají *vjemy* oddělené. Rostlina by neměla objektivní obraz vnějšího světa, neměla by k němu žádného duševního jednotného vztahu. Snad by se v ní rozvíjel nějaký sen budoucího vzrůstu a vývoje, ale bez volnosti vyššího duševního života.“²⁷⁰

Při popisu jednoty rostlinného těla a fungování vnitřních procesů zmínil B. Němec jakýsi „*duch živého individua*“, který tyto procesy řídí.²⁷¹

3.7. Shrnutí

Němcův výzkum vodivých struktur u rostlin vychází z výzkumného programu fyziologie dráždivosti a z širšího kontextu srovnávací fyziologie. V jádru leží snaha pochopit podstatu základních životních pochodů vlastních všem živým organismům. Němcův objev, i když později vyvrácený G. Haberlandtem, přispěl k diskuzím nejen o rostlinné fyziologii jako takové, ale i o vhodnosti přejímání pojmosloví z živočišné fyziologie pro popis rostlinných struktur a procesů. Dozvuky Němcových objevů a úvah lze dnes spatřit v pracích v oboru rostlinné neurobiologie.

²⁶⁷ Tamtéž, s. 69.

²⁶⁸ Tamtéž, s. 45.

²⁶⁹ Tamtéž, s. 69.

²⁷⁰ Tamtéž, s. 69-70.

²⁷¹ Tamtéž, s. 31.

4. Gravitropismus u rostlin

Jak bylo naznačeno v úvodu ke 4. kapitole, výzkum gravitropismu jako jednoho z nejzákladnějších rostlinných pohybů byl úzce spojen s výzkumem schopnosti rostlin reagovat na podněty. Největší rozvoj nastal v rámci výzkumného programu tzv. fyziologie dráždivosti, v rámci kterého došlo i k formulaci dvou základních vysvětlení gravitropické reakce - mechanického a chemického.²⁷² Prvním vysvětlením byla statolitová hypotéza vycházející z prací Bohumila Němce a Gottlieba Haberlandta, druhým pak určení geotropického růstu přesunem chemických látek popsané Friedrichem Czapekem. Později došlo k částečnému splnutí těchto pohledů. Dnes se gravitropická reakce rostlin vysvětluje jako proces sedimentace škrobových zrn spouštějících nerovnoměrnou distribuci auxinu.²⁷³

4.1. Výzkum gravitropismu před B. Němcem

To, že kořeny rostlin rostou do země směrem dolů je celkem nasnadě, těžší je najít tomuto jevu vysvětlení. Již Aristotelés ve spisu *O duši* zmiňoval úvahy starších myslitelů o podstatě rostlinného růstu, kritizuje Empedoklův výklad, „že prý rostliny rostou dolů, kde se zakořeňují, protože prý země přirozeně tam tíhne, a nahoru protože tak se vznáší oheň.“²⁷⁴ Podle něj totiž Empedokles špatně pojímal pojmy označující směr růstu:

„[...] vzhůru a dolů totiž není stejné pro všechny bytosti a pro veškerenstvo nýbrž tím, čím u živočichů je hlava, jsou u rostliny kořeny, je-li možno nazývati ústroje různými a stejnými podle jejich výkonů.“²⁷⁵

²⁷² Jan Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu u rostlin: Friedrich Czapek a Bohumil Němec“, s. 40.

²⁷³ Srov. Moritaka Nakamura, Takeshi Nishimura a Miyo Terao Morita, „Gravity sensing and signal conversion in plant gravitropism“, *Journal of Experimental Botany* 70 (2019), č. 14, s. 3495-3506, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz158>.

²⁷⁴ Aristotelés, *O duši*, překl. Antonín Kříž, Praha: Petr Rezek (1995) s. 59.

²⁷⁵ Tamtéž, s. 60.

Sám totiž v jiné části spisu srovnává kořeny rostlin s ústy živočichů a člověka, „neboť obojí přijímají potravu“, i když obecně považuje rostlinná ústrojí za jednodušší.²⁷⁶

Za počátek vědeckého přemýšlení o gravitropickém růstu se považuje stať francouzského doktora a přírodovědce Jean-Baptista Denise, která vyšla v roce 1672 v *Le Journal des Scavans*.²⁷⁷ První skutečný výzkum na tomto poli se připisuje francouzskému lékaři a přírodovědci Denisovi Dodartovi (1634-1707) který v roce 1700 popisuje zakřivení u kořenů i stonků vznikající při otočení semenáčku.²⁷⁸ Později vydává francouzský lékař a botanik Duhamel de Monceau (1700-1782) knihu *La Physique des Arbres* (Fyzika stromů), v jejíž druhém dílu popisuje experimenty s otáčením žaludů ve skleněné trubici:

„[...] Otočil jsem trubice vzhůru nohama a kořínek se, poté co povyrostl přibližně o palec, ohnul zpět; otočil jsem trubicí znova a vznikl nový ohyb jak v koříneku, tak v prýtu; a po opakovaném otáčení této trubice otáčel se i kořínek [...]“²⁷⁹ (**obr. 1**)

Zásluha identifikace gravitace jako příčiny zakřivení kořenů se většinou připisuje Thomasu Andrew Knightovi, který navazoval na Duhamela a provedl řadu pokusů, aby objasnil fototropický a gravitropický růst rostlin. T. A. Knight však v článku, kde výsledky svého výzkumu shrnuje, píše, že „někteří přírodovědci se domnívali, že tyto protikladné

²⁷⁶ Tamtéž, s. 51. Více k výkladům růstu rostlin u Empedokla viz Chiara Ferella, „Empedocles and the birth of trees: Reconstructing P. Strasb. Gr. inv. 1665–6, ens. d–f 10b–18“, *The Classical Quarterly* 69 (2019), č. 1, s. 75–86. K pojetí rostlin u Empedokla viz Rosamond Kent Sprague, „Plants as Aristotelian Substances“, *Illinois Classical Studies* 16 (1991), č. 1/2, s. 221–229.

²⁷⁷ Srov. Nancy Redd Quarles, „An Historical and Experimental Account of Geotropism“, *The Botanical Review* 5 (1939), s. 132–140; Mark P. Staves, Randy Wayne a A. Carl Leopold, „The Effect of the External Medium on the Gravitropic Curvature of Rice (*Oryza sativa*, Poaceae) Roots“. Jean-Baptiste Denis, „Touchant la vegetation des plantes“, *Journal des Scavans* 3 (1672), s. 197–221.

²⁷⁸ Denis Dodart, „Sur l'affectation de la perpendiculaire remarquable dans toutes les tiges, dans plusieurs racines & autant qu'il est possible dans toutes les branches des plantes“, *Mémoires de l'Académie royale des Sciences (Paris)*, (1700), s. 47–63.

²⁷⁹ „[...] Je retournai le tuyau & la radicule se recourba après s'être allongée d'environ un pouce ; je retournai encore le tuyau , & il se forma une autre courbure c, tant à la radicule qu'à la plume ; & par des renverfements répétés de ce tuyau, la radicule prit les inflexions [...]“, Duhamel de Monceau, *La Physique des Arbres. Seconde Parite*, Paříž: Chez H. L. Guerin & L. F. Delatour (1758), s. 139.

efekty jsou způsobeny gravitací.“²⁸⁰ Poul Larsen v historického úvodu svého článku o gravitropismu pro slavnou *Handbuch der Pflanzenphysiologie* (česky Příručka rostlinné fyziologie) napsal, že se Knight mohl inspirovat staršími koncepty dnes méně známých lékařů a přírodovědců Jeana Astruca, Jean-Nicolase de La Hira a Gillese Augustina Bazina.²⁸¹ Všichni tři se pokoušeli o vysvětlení zakřivení rostlinných orgánů, ale dost neuměle a spekulativně, a např. zmíněný Duhamel jejich hypotézy ve své knize zamítl.²⁸²

T. A. Knight se vyloženě zaměřil na otázku působení gravitace na klíčící semena, na rozsah a na průběh takového působení, o výsledcích píše:

„[...] mám za to, že jsem plně prokázal, že kořínky klíčících semen nutí klesat a jejich osemení stoupat nějaká vnější příčina, a ne žádná síla inherentní rostlinnému životu: nepřijde mi moc rozumné pochybovat o tom, že gravitace je hlavní, pokud ne jediný činitel, v tomto případě přírodou použitý.“²⁸³

Vycházel tedy z toho, že růst kořene vychází z působení zemské tíže, a že tedy i jeho zakřivení je pasivní. Přírodovědec Henry Johnson pak v roce 1829 dokázal, že se ve

²⁸⁰ „Some naturalist have supposed these opposite effects to be produced by gravitation [...]“, Thomas. A. Knight, „On the Direction of the Radicle and Germen during the Vegetation of Seeds“, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 96 (1806), č. 5, s. 99-108.

²⁸¹ Poul Larsen, „Geotropism. An introduction“ v *Handbuch der Pflanzenphysiologie. Band XVII. Teil 2*, ed. Wilhelm Ruhland, Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer Verlag (1962), s. 34-38.

²⁸² Tamtéž, s. 35. Srov. Jean Astruc, „Conjecture sur le redressement des plantes inclinées à l'horizon“, *Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie royale des sciences (Paris)* (1708), s. 463-470; Jean-Nicolas de La Hire, „Explication physique de la direction verticale & naturelle des tiges des Plantes & des branches des arbres, & de leurs racines“, *Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie royale des Sciences (Paris)* (1708), s. 231-235; Gilles A. Bazin, *Observations sur les Plantes et leur Analogie avec les Insectes*, Strasbourg: Jean Renaud Doulssecker (1741). Duhamel, *La Physique des Arbres. Seconde Parite*, s. 139.

²⁸³ „[...] I conceive myself to have fully proved that the radicles of germinating seeds are made to descend, and their germens to ascend, by some external cause, and not by any power inherent in vegetable life: and I see little reason to doubt that gravitation is the principal, if not the only agent employed, in this case, by nature“, T. A. Knight, „On the Direction of the Radicle and Germen during the Vegetation of Seeds“, s. 103.

skutečnosti jedná o aktivní růst a reakci rostlin na gravitaci, nenabídl však žádné vlastní vysvětlení, nýbrž pouze „odstranil překážku pro budoucí zkoumání této otázky.“²⁸⁴

V roce 1868 pro rostlinné pohyby reagující na zemskou tíži zavádí německý botanik Albert Bernhard Frank pojem geotropismus, z řeckého γῆ (gê-, země) a τρόπος (trópos, směr pohybu), a rozdělil je na pozitivní a negativní.²⁸⁵ Inspiroval se obdobným termínem heliotropismus, zavedeným pro reakci na působení světla v roce 1932 francouzským botanikem Augustinem Pyramem De Candollem.²⁸⁶ Heliotropismus se postupně začíná chápat jenom jako typ fototropismu, jelikož se rostliny chovají stejně i pod umělým světlem,²⁸⁷ a zmíněný P. Larsen v citované práci mluví o tom, že by „geotropismus měl být logicky nahrazen ‚barytropismem‘.²⁸⁸ Nový termín skutečně navrhují Andreas Sievers a Dieter Volkmann v *Encyclopedie of Plant Physiology* v roce 1979 v díle věnovaném rostlinným pohybům:

„Jelikož víme, že reakci v organismu nejsou vyvolány pouze Sluncem a Zemí, ale též světlem a zrychlením hmoty, měli bychom používat nejen pojem ‚fototropismus‘, [...] ale též i ‚gravitropismus‘“²⁸⁹

²⁸⁴ „[...] clearing away the obstacles to the future prosecution of this subject [...]“ Henry Johnson, „The unsatisfactory Nature of the Theories proposed to account for the Descent of the Radicles in the Germination of Seeds, shown by Experiments“, *The Edinburgh New Philosophical Journal* 6 (1829), s. 312-317, cit. s. 317.

²⁸⁵ Srov. Albert B. Frank, *Beiträge zur Pflanzenphysiologie*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1868), s. 85.

²⁸⁶ Augustin Pyramus de Candolle, *Physiologie végétale, ou Exposition des forces et des fonctions vitales de végétaux. Tome deuxième*, Paříž: Béchét Jeune (1832), s. 843-844.

²⁸⁷ Srov. např. Ludwing Jost, *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, Jena: Verlag von Gustav Fischer (1904) s. 568.

²⁸⁸ P. Larsen, „Geotropism. An introduction“, s. 34.

²⁸⁹ Andreas Sievers a Dieter Volkmann, „Gravitropism in Single Cells“, *Physiology of Movements*, eds. Wolfgang Haupt a Mary Ella Feinleib, Berlín-Heidelberg-New York: Springer-Verlag (1979), s. 567-572. Již dříve se pojem gravitropismus objevuje v článku o omezeních využití klinostatu pro kompensaci gravitace z roku 1976, když uvádí Frankův pojem geotropismus, dodávají, že „též gravitropismus byl navržen jako vhodnější termín, avšak dosud nezískal oblibu mezi pochopitelně geocentrickými biology“ („Gravitropism also has been suggested as a possibly more suitable term but has not yet won popularity among understandably geocentric biologists“), Allan H. Brown, A. O. Dahl a D. K. Chapman, „Limitation on the Use of the Horizontal Clinostat as a Gravity Compensator“, *Plant Physiology* 58 (1976), s. 127-130. Vypadá to tedy, že gravitropismus má hlubší kořeny, ovšem do všeobecného povědomí ho dostaly A. Sievers a D. Volkmann.

Autoři dále zdůrazňují význam nového pojmu pro budoucí pokusy na rostlinách provedené ve vesmíru.²⁹⁰ Někteří vědci reagují na nové označení skepticky,²⁹¹ a dokonce ani ve zmíněné encyklopedii nepřijali všichni autoři novou terminologii,²⁹² ale vzápětí geotropismus téměř zcela vymizel z odborných publikací.

Dále v citované knize A. B. Frank uvedl, že „to musí být zvláštní aktivní síla, která je nejdříve uvolněná ve vnitřních částech rostlin gravitační silou, co svou neodolatelnou mohutností pohání pohyb.“²⁹³ Vidíme tu náznak uvažování o dráždivosti, které dá vzniknout programu fyziologie dráždivosti.²⁹⁴ Podle P. Larsena je zároveň nutné si uvědomit, že „zvláštní aktivní síla“ neznamena nic mystického, nýbrž že uvedená formulace „nedělá nic jiného, než že indikuje, že mezi gravitací a pozorovaným jevem musí být kauzální vztah, i když jsme prozatím neznalí podstaty tohoto vztahu.“²⁹⁵ Už v tomto je obsažena otevřenost vůči mechanistickému i nemechanistickému přístupu, který byl vlastní i fyziologii dráždivosti.

Polský botanik Theophil Ciesielski vycházel z Frankových závěrů a provádí vlastní výzkum, který shrnuje v disertační práci vydané v roce 1871 a v článku vydaném o rok později²⁹⁶. Ukázal především, že rostlina přijímá informaci o působení zemské tíže špičkou kořene, odkud je tento počitek dále veden do krátké oblasti dlouhivého růstu

²⁹⁰ Tamtéž, s. 567. První experiment ve vesmíru byl úspěšně proveden v roce 1986, srov. Gérald Perbal, Dominique Driss-Ecole, Jacques Rutin a Georges Sallé, „Graviperception of lentil seedling roots grown in space (Spacelab D1 Mission)“, *Physiologia Plantarum* 70 (1987), s. 119-126.

²⁹¹ Srov. David Heathcote, „Physiology of Movements. Volume 7 in Encyclopedia of Plant Physiology, New Series by W. Haupt, M. E. Feinleib, A. Pirson and M. H. Zimmermann“, *Journal of Experimental Botany* 31,(1980), č. 121, s. 707-710

²⁹²

²⁹³ „[...] es eine active eigenthümliche Kraft, die erst durch die Schwerkraft im Inneren des Pflanzentheiles ausgelöst worden ist, sein muss, welche mit unwiderstehlicher Gewalt zu jener Bewegung antreibt.“, A. B. Frank, *Beiträge zur Pflanzenphysiologie*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1868), s. 33.

²⁹⁴ Srov. P. Larsen, „Geotropism. An introduction“, s. 37.

²⁹⁵ „[...] does nothing more than indicate that there must be a causal relationship between gravity and the observed effects, although we are ignorant of the nature of this relationship“, tamtéž, s. 37.

²⁹⁶ Theophil Ciesielski, „Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel“, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen* 1 (1872), č. 2., s. 1-30.

ležícího za špičkou, kde nerovnoměrným růstem buněk na jedné straně vzniká pozorované zakřivení.²⁹⁷

Julius von Sachs se snažil zopakovat Ciesielskiho pokusy, avšak došel k záporným výsledkům - po uříznutí špičky kořene i nadále pozoroval pohyby - a Ciesielskiho závěry tedy zamítl. Ve svých učebnicích botaniky a rostlinné fyziologie nejdříve Ciesielskiho práci zpochybňoval a později zcela přestal zmiňovat.²⁹⁸

J. Sachsovi dále náleží autorství vynálezu klinostatu, přístroje dodnes zásadního pro výzkum gravitropismu. I v minulosti, počínaje výše popsaným zařízením T. A. Knighta, využívali badatelé principiálně stejných nástrojů,²⁹⁹ ale Sachs svůj přístroj postavený v roce 1871 jako první oficiálně pojmenoval a dal mu konkrétní podobu.³⁰⁰

Charles Darwin naopak ve svých studiích na T. Ciesielskiho přímo navazoval a v *The Power of Movement in Plants* popsal, že se mu podařilo nálezy z roku 1871 zopakovat.³⁰¹ Podle něj Sachsův neúspěch na tomto poli tkvěl v nepřesném provedení řezu kořenné špičky.³⁰² Tato situace přispěla k dlouhodobé nevraživosti J. Sachse vůči Darwinovi.³⁰³ Nepřesvědčil však i další autory, tak např. rakouský botanik Julius Ritter von Wiesner (1838-1916) ve studii z roku 1881 poukázal na to, že kořeny mohou ztrácet citlivost vůči

²⁹⁷ Tamtéž, s. 27-28.

²⁹⁸ Srov. Julius Sachs, *Lehrbuch der Botanik* 4. vyd., Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1874), s. 811-826; J. Sachs, *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1882).

²⁹⁹ Ph. van Harrevelde, „Die Unzulänglichkeit der heutigen Klinostaten für reizphysiologische Untersuchungen“ *Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais* 3 (1907), s. 173-312

³⁰⁰ J. Sachs, „Studien über das Längenwachsthum der Wurzeln“, *Verhandlungen der Physikalisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg. n. F.* 2 (1872), 253-256; J. Sachs, „Ueber Ausschliessung der geotropischen und heliotropischen Krümmung während des Wachsens“, *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), č. 9, s. 209-225.

³⁰¹ Srov. Ch. Darwin, *The Power of Movement in Plants*, s. 4, 151, 523-528.

³⁰² Tamtéž, s. 533.

³⁰³ Srov. John Heslop-Harrison, „Darwin and the Movement of Plants: A Retrospect“, *Plant Growth Substances 1979. Proceedings of the 10th International Conference on Plant Growth Substances, Madison, Wisconsin, July 22-26, 1979*, ed. Folke Soog, Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag (1980), s. 3-14; Saraya De Chadarevian, „Laboratory Science versus Country-House Experiments. The Controversy between Julius Sachs and Charles Darwin“, *The British Journal for the History of Science* 29 (1996), č. 1., s. 17-41.

gravitropickému podráždění v důsledku fyzického poškození při amputaci kořenové špičky.³⁰⁴

Fritz Noll vydal v roce 1892 pojednání o rostlinné dráždivosti, ve kterém navrhuje hypotetické rovnovážné submikroskopické ústrojí v rostlinných buňkách, které připodobňuje k živočišným statocystům.³⁰⁵

Friedrich Czapek v roce 1895 v návaznosti na Ch. Darwina ve své rozsáhlé práci o gravitropismu ukázal, že vrchol kořene je percepčním orgánem gravitropického podráždění a že pohyb vedoucí k zakřivení kořene probíhá v reakci na podráždění v buňkách oblasti vzdálené od místa percepce.³⁰⁶ Vachtěl poukázal na to, že stále není vyřešen problém způsobení změny v pohybu kořenů mechanickým poraněním, a dodal navíc, že je možné že Czapekovy výsledky mohly být artefaktem způsobeným nedokonalostí jeho metodiky, ten se totiž snažil kromě dekapitace kořenů používat tzv. metodu kloboučků - skleněné rourky, v nichž rostou kořeny.³⁰⁷ I když se Czapek později ohradil, že Vachtěl musel použít odlišné kloboučky,³⁰⁸ Vachtělovy výsledky nakonec potvrdil Cholodnyj v roce 1906.³⁰⁹

F. Czapek dále již v roce 1897 vydal studii, v níž se zabýval vnitřními chemickými procesy probíhajícími v rámci gravitropické reakce kořenů.³¹⁰ Přišel na to, že při podráždění dochází k větší spotřebě kyslíku, což způsobuje převahu redukčního činidla,³¹¹ v pozdější studii označeného jako hydroxylovaný benzolový derivát.³¹² Došel k závěru, že právě

³⁰⁴ Srov. Julius Wiesner, *Das Bewegungsvermögen der Pflanze*, Vídeň: Alfred Hölder, s. 100.

³⁰⁵ F. Noll, *Ueber heterogene Induktion*, Lipsko: Verlag von Wilhelm Engelmann (1892), s. 40.

³⁰⁶ Friedrich Czapek, „Untersuchung über Geotropismus“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 27 (1895), s. 243-339.

³⁰⁷ Tamtéž, s. 255. Srov. M. Vachtěl, „K voprosu o geotropisme korněj“, *Zapiski Novorossijskogo obščestva jestěstvoispytatělej, Oděsa* 23 (1899), č. 1, s. 54-217.

³⁰⁸ F. Czapek, „Ueber den Nachweis der geotropischen Sensibilität der Wurzelspitze“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 35 (1900), s. 313-365.

³⁰⁹ Srov. N. G. Cholodnyj „K voprosu o raspreděljenii v korně geotropičeskoj dějatělnosti“, *Izbrannyje trudy*, Kijev:

³¹⁰ F. Czapek, „Über einen Befund an geotropisch gereizten Wurzeln“, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 15 (1897), s. 516-520.

³¹¹ Tamtéž, s. 520.

³¹² F. Czapek, „Witere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen“, s. 213.

chemické pochody umožňují vedení podráždění.³¹³ Rozvíjel tuto hypotézu i v dalších pracích a zkoumal chemické pozadí dalších tropických pohybů rostlin.³¹⁴ N. G. Cholodnyj se o Czapekových nálezech zmínil ve své zásadní studii z roku 1923, která později pomohla formovat Cholodného-Wentův model hormonální podstaty rostlinných tropismů.³¹⁵ Později však F. Czapek i jeho hypotézy začaly mizet z diskuzí o gravitropismu a i v rámci historických prací byl jeho přínos většinou ignorován.³¹⁶ Větší pozornosti se těší pozdější pokusy Boysena-Jensena, které ten ovšem provedl mnoho let po Czapekovi.³¹⁷ Podle J. Janka je tato skutečnost dána především odlišností výkladu chemismu pozorovaných jevů ve studiích F. Czapeka.³¹⁸ Koneckonců, jak bylo popsáno výše, nastupující hormonální model tropických pohybů plně vytěsnil do té doby úspěšný program fyziologie dráždivosti. Mohlo se tedy jednat o neschopnost vyhodnotit význam Czapekových nálezů a propojit je s hormonálním modelem v důsledku jiného teoretického rámce, který úvahy vycházející z fyziologie dráždivosti jednoduše zanedbával.

Mezitím v letech 1887 a 1888 francouzský zoolog Yves Delage a německý fyziolog a mikrobiolog Theodor Wilhelm Engelmann (syn nakladatele Wilhelma Engelmanna)

³¹³ Tamtéž, s. 222.

³¹⁴ Srov. F. Czapek, „Stoffwechselprozesse in geotropisch gereizten Wurzelspitzen und in phototropisch sensiblen Organen“, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 20 (1902), s. 464-470; týž, „Antifermente im Pflanzensystem“, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 21 (1903), s. 229-42; týž, „Stoffwechselprozesse bei hydrotropischer und bei phototropischer Reizung“, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 21 (1903), s. 243-246; týž, „The Anti-Ferment Reaction in Tropistic Movements of Plants“, *Annals of Botany* 19 (1905), s. 75; F. Czapek a Rudolf Bertel, „Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzlichen Reizreaktionen“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 43 (1906), s. 361-467.

³¹⁵ N. G. Cholodnyj, „К вопросу о роли ионов при геотропических движениях“, *Избранные труды*, s. 155.

³¹⁶ J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu u rostlin.“, s. 41-43.

³¹⁷ Srov. např. Hartwig Lüthen, „What We Can Learn from Old Auxinology“, *Journal of Plant Growth Regulation* 34 (2015), s. 702-707.

³¹⁸ J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu u rostlin.“, s. 42.

popsali vestibulární funkci tělísek nacházejících se v hlavách některých bezobratlých.³¹⁹ Jelikož se jim původně připisovala sluchová funkce, mluvilo se o otocystech (ot- česky ucho), později se zavedlo označení vycházející z funkce rovnovážné - statocysty; též otolitům se později začalo říkat statolity. Tyto objevy vedly k výzkumu živočišných pohybů ve vztahu ke gravitaci, Jacques Loeb v souvislosti s těmito tělísky v roce 1897 začal mluvit o geotropických pohybech bezobratlých.³²⁰

Zároveň již v roce 1837 německý botanik Hugo von Mohl (1805-1872) pozoroval škrob v chloroplastech.³²¹ J. Sachs popisoval na vrcholcích stonků tzv. škrobovou pochvu.³²² V roce 1880 německý botanik Heinrich Martin Carl Dehnecke (1829-1904) popsal v rámci své disertační práce nález škrobových chlorofylových tělísek (Chlorophylkörper).³²³ Už v roce 1886 německý rostlinný fyziolog Gottfried Dietrich Wilhelm Berthold (1854-1937) ve své rozsáhlé studii o mechanice protoplazmy zmínil, že primárním účinkem gravitace je přesun specificky vůči protoplazmě těžších tělísek, jako např. leukoplasty popsané Dehneckem, a že tento pohyb může způsobit různé organizační a chemické změny v buňce.³²⁴ Dále v návaznosti na nález škrobových tělísek obnovuje Sachsovu myšlenku škrobové pochvy H. Heine.³²⁵

³¹⁹Srov. Y. Delage, „Sur une fonction nouvelle des Otocystes comme organes d'orientation locomotrice“, *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale* série 2. svazek 2. (1887), s. 1-26; Theodor W. Engelmann, „Über die Function der Otolithen“, *Zoologischer Anzeiger* 10 (1887), č. 258, s. 439-444. Více viz dobová review k funkci otocystů, E. P. Lyon, „The Functions of the Otocyst. A Review“, *Journal of Comparative Neurology* 8 (1898), č. 3, s. 238-245, <https://doi.org/10.1002/cne.910080320>.

³²⁰ Srov. Jacques Loeb, „Zur Theorie des Galvanotropismus“, *Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* 67 (1898), s. 483-491.

³²¹ Srov. Hugo Mohl, *Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls*, Tübingen: gedruckt bei Gustav Bähr, s. 17.

³²² Srov. J. Sachs, „Ueber die Stoffe, welche das Material zum Wachsthum der Zellhäute liefern“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 3 (1863), s. 183-258.

³²³ Srov. Carl Dehnecke, „Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörper“, *Botanische Zeitung* 38 (1880), s. 795-798

³²⁴ Gottfried Berthold, *Studien über Protoplasmamechanik*, Lipsko: Verlag von Arthur Felix (1886), s. 73.

³²⁵ Srov. H. Heine, „Ueber die physiologische Function der Stärkeschide“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 3 (1885), s. 189-194.

4.2. Němcův výzkum gravitropického zakřivení a statolitová hypotéza

Podobně jako v případech vodivých struktur, i v otázce gravitropické reakce vycházel Bohumil Němec ze srovnávacího přístupu k rostlinným a živočišným procesům. Ve svých vzpomínkách uvedl, že během studií četl *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie* J. Sachse, v níž se setkal s otázkou mechanismu percepce geotropické tíže u rostlin.³²⁶ Zároveň reflektoval, že u živočichů známe odpovídající orgány, a že „sám [...] podobné statické orgány objevil u jeskynního *Isopoda Titanethes albus*.“³²⁷

Prakticky se Němcův zájem o gravitropismus projevil již v roce 1898, když v rámci svého pobytu v Jeně u rostlinných fyziologů Christiana Ernsta Stahla a Wilhelma Detmera (1850-1930) provedl pokusy sledující vztahy mezi vzrůstem kořenů a jejich gravitropickým zakřivením.³²⁸ V Jeně působil v rámci série návštěv zahraničních univerzit, které podstoupil, aby načerpal potřebné zkušenosti s metodologií rostlinné fyziologie, pro kterou se měl v roce 1899 habilitovat a postavit se do čela vznikajícího ústavu na Filosofické fakultě České univerzity.³²⁹

B. Němec o uvedené studii později psal, že to není „průbojně pojednání“³³⁰, ale lze na ní pozorovat, že Němec navazoval na výzkum fyziologie dráždivosti, reflektoval např. studie J. Sachse, F. Nolla a F. Czapeka, a že již od počátku svého působení v oboru fyziologie rostlin zkoumal gravitropismus.³³¹ Na základě vlastních pozorování i předcházejících cizích pokusů a úvah proklamoval, že:

„[...] vzrůst je teprve poslední člen v řadě pochodů geotropickým podrážděním vzniklých, že však mu předcházejí specificky od vzrůstu se lišící

³²⁶ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 178, 239.

³²⁷ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 178. V odpovídajícím článku není zmínka o statických orgánech, ale je možné je že je pozoroval, srov. B. Němec, „Zur Kenntnis des peripheren Nervensystems einiger Crustaceen“, *Anatomischer Anzeiger* 12 (1896), s. 434-438.

³²⁸ B. Němec, „O vztazích mezi vzrůstem a geotropickým zakřivením kořenů“, *Věstník Královské České Společnosti Nauk. II. třída* 1898, č. 32, s. 1-18.

³²⁹ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 164-172.

³³⁰ Tamtéž, s. 168.

³³¹ B. Němec, „O vztazích mezi vzrůstem a geotropickým zakřivením kořenů“, s. 1-4.

pochody. Tyto pochody jinak jsou alterovány vnějšími okolnostmi, než vzrůst normální, poněvadž však jednostranně modifikovaný vzrůst vyvolán je pochody jemu v řadě podráždění předcházejícími, je intenzita jeho intenzitou těchto částečně podmíněna. Intenzita skutečného vzrůstu zakřivení fixujícího je vzhledem ku vnějším podmínkám výslednicí intenzity pochodů v řetězu podráždění předcházejících a intenzity normálního vzrůstu.“³³²

Doložil svá tvrzení výsledky vlastních pokusů ukazujících, že teplotní optimum normálního růstu kořene je vyšší oproti optimu jeho ohybu v důsledku působení zemské tíže.³³³ Dále zmínil závislost geotropického zakřivení kořene na velké periodě vzrůstu a vliv působení benzinových par, obě skutečnosti rovněž podporovaly Němcův pohled, ukázalo se totiž, že intenzita gravitropického zakřivení má během velké periody optimum dříve než normální vzrůst a že kořeny ošetřené benzinovými párami se nezakřivují, i když dále normálně rostou.³³⁴

Jako mnozí objevitele doprovází B. Němec, i když opožděně, ve vzpomínkách, svůj objev statické funkce škrobových zrn v rostlinných buňkách anekdotou:

„Byl jsem v zimě r. 1900 na návštěvě u prof. Vejdovského a hovořili jsme o statických orgánech o jejichž statické funkci však prof. Vejdovský nebyl plně přesvědčen. Citoval jsem přitom slova Sachsova. Když jsem vyšel na ulici do chladného podzimního vzduchu, problesklo mi hlavou, že takovým statickým orgánem u rostlin jsou buňky, které obsahují přepadavá škrobová zrníčka. Znal jsem takové buňky z různých orgánů rostlinných, věděl jsem, že jsou umístěny právě v rostlinných částech, v nichž je tíže recipována [...], měl jsem řadu pokusů, jimž scházela jenom syntéza jednotící myšlenkou. Nemohl jsem spát rozčilenou touhou, abych provedl další pokusy a revidoval dosavadní. Hned druhého dne jsem se dal do práce a v krátké době jsem byl hotov.“³³⁵

³³² B. Němec, „O vztazích mezi vzrůstem a geotropickým zakřivením kořenů“, s. 1-4.

³³³ Tamtéž, s. 4.

³³⁴ Tamtéž, s. 14-15, 18.

³³⁵ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 178.

Dne 1. června roku 1900 uveřejnil Němec předběžnou zprávu o vodivých strukturách nalezených jím v rostlinách (více viz předchozí kapitola) a už v ní zmiňuje roli škrobových zrníček v procesu gravitropické reakce:

„Moje pokusy ukázaly, že citlivá oblast kořene zpravidla leží v kořenové čepičce, a sice ve skupině zvláštních buněk vyznačujících se stálou přítomností škrobu, které mohou zaujímat různou polohu po každém otočení kořene ve směru gravitační síly. Protoplasma těchto buněk je relativně řídká a škrobová zrna přepadávají - jelikož jejich měrná tíha je větší než měrná tíha protoplasmy - velmi snadno až na vnější kořenovou čepičku, kde svým tlakem způsobují pochody, které jsou pravděpodobně analogické s těmi, které jsou vyvolány prostřednictvím kontraktálního podráždění.“³³⁶

Toto zjištění, které tu jen doplňuje hlavní informaci o vodivých vláknech, rozvádí v předběžném sdělení věnované přímo vnímání zemské tíže rostlinami vydaném o dvanáct dní později.³³⁷ Podle B. Němce byla v tomto krátkém článku uveřejněná většina jeho nálezů³³⁸. Kromě věcí již zmíněných v předchozí zprávě upřesnil tu Němec, že jako statolity slouží leukoplasty a chloroplasty obsahující škrob a že souvislé vrstvy buněk, v nichž se statolity nachází, tvoří percepční orgány funkčně podobné statocystám živočichů.³³⁹ Zmínil i skutečnost, že o významu statocyst u živočichů jsou dosud pochybnosti a také že u některých jednobuněčných organismů, a především v jednobuněčných orgánech rostlin, nemusí přítomnosti škrobových zrn souviset s vnímáním zemské tíže a může u nich tedy platit hypotéza F. Nolla týkající se pro svou

³³⁶ „Meine Versuche haben ergeben, dass die sensible Zone meist in der Wurzelhaube liegt und zwar in einer Gruppe von besonderen Zellen, welche sich durch das Vorhandensein von permanenter Stärke auszeichnen, die je nach der Orientierung der Wurzel zur Schwerkraft eine verschiedene Lage einnehmen können. Das Protoplasma dieser Zellen ist relativ dünnflüssig und die Stärkekörner fallen – da ihr spezifisches Gewicht größer ist als dasjenige des Protoplasmas – sehr leicht je nach der Lage der Wurzel bis an die äußere Plasmuhaut, wo sie durch ihren Druck Vorgänge hervorrufen, die analog denjenigen, welche durch einen Kontraktreiz hervorgerufen werden, sein dürften“, B. Němec, „Die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen“, s. 372.

³³⁷ B. Němec, „Über die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 18 (1900), č. 6, s. 241-245.

³³⁸ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 179.

³³⁹ B. Němec, „Über die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen“, s. 242, 244.

velikost zatím nepozorovatelných rovnovážných orgánů.³⁴⁰ J. Janko ve studii o pražském přínosu k objasnění geotropismu psal, že „záverem práce [...] Němec doznal, že se mu nepodařilo dosud jednoznačně prokázat spojitost buněk se statolitovým škrobem s geotropismem“,³⁴¹ ovšem kromě uvedené výjimky neměl B. Němec o souvislosti statocystů s gravitropickou reakcí pochyb, viz poslední odstavec, v němž zhodnotil všechny jim vypsane argumenty:

„Všechna tato fakta mě nakonec přesvědčila, že specificky těžší nebo lehčí tělíška slouží k recepci geotropického podráždění.“³⁴²

Ve stejném čísle *Berichte der Deutschen botanischen Gessellschaft* vyšel článek Gottlieba Haberlandta zaslaný o deset dní později než ten Němcův.³⁴³ Rozebíral v něm především negativně gravitropickou reakci, kterou pozoroval na nodech stonků, a popsal škrobovou pochvu jako percepční orgán.³⁴⁴ V úvodu napsal, že již delší dobu přemýšlel o statických orgánech rostlin a možnosti, že by takovou roli plnila škrobová zrna.³⁴⁵ Ocitoval i Němcovu zprávu ze začátku měsíce, kde ten „vyjádřil stejnou myšlenku“ a dodává, že:

„Němcovo sdělení mě podnítilo k tomu, abych svoje, ovšem zatím ještě neúplné, zkoumání tohoto předmětu, které jsem vykonal na jaře a v létě v minulých letech, zčásti teprv letos, uveřejnil již teď ve stručné podobě.“³⁴⁶

³⁴⁰ Tamtéž, s. 244, 245.

³⁴¹ J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu rostlin“, s. 34.

³⁴² „Alle diese Thatsachen haben mich schliesslich zur Ueberzeugung gebracht, dass die specifisch schwereren oder leichteren Körperchen im Dienste der geotropischen Reizperception stehen“, B. Němec, „Über die Art der Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen“, s. 245.

³⁴³ Gottlieb Haberlandt, „Ueber die Perception des geotropischen Reizes“, *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 18 (1900), č. 6, s. 261-272.

³⁴⁴ Tamtéž, s. 264.

³⁴⁵ Tamtéž, s. 261-262.

³⁴⁶ „Die Mittheilung von NĚMEC veranlasst mich, meine allerdings noch lückenhaften Untersuchungen über diesen Gegenstand, die ich im Frühjahr und Sommer vorigen Jahres, zum Theil erst heuer ausgeführt, schon jetzt in Kürze zu veröffentlichen“, tamtéž, s. 262.

V závěru Haberlandt uvedl, že „není pochyb, že s otocystovou³⁴⁷ hypotesou vystávají obtíže, obzvláště v případě kořenů. Avšak prozatím musím nechat se s nimi vypořádat Němce.“³⁴⁸ Ještě předtím najdeme poznámku, že „co se týče pozitivně-geotropické reakce kořenů, musí podat Němec podrobnější odůvodnění v brzké budoucnosti.“³⁴⁹

V roce 1901 vydal B. Němec rozsáhlou práci, v níž v plné šíři popisuje svoje provedené pokusy a jejich výsledky a rozpracovává z nich vyplývající závěry.³⁵⁰ Sledoval především gravitropické reakce kořenů; když popisoval negativní gravitropismus stonků, většinou svoje nálezy doplňoval o data zveřejněná G. Haberlandtem.³⁵¹ Kromě již uvedených nálezů řešil např. roli citlivosti cytoplazmy v procesu vnímání zemské tíže a následného vedení vzruchu.³⁵² Vycházel z pozorování, v rámci kterých sledoval shlukování cytoplazmy v místech umístění škrobových zrn před jejich přesunem v důsledku působení gravitace.³⁵³ Zamýšlel se však nad tím, že by se mohlo jednat pouze o vedlejší jev,³⁵⁴ dodal, že zatím „nelze prokázat, zda tyto procesy jsou součástí řetězce podráždění, jehož posledním článkem je zakřivení.“³⁵⁵ Sledoval i buněčná jádra, ale nepodařilo se mu dokázat že by měla svou aktivní roli v procesu percepce zemské tíže.³⁵⁶ V souvislosti se škrobovými zrny a jejich působením na plazmatickou membránu zdůraznil, že výše jimi vyvolaného tlaku přímo ovlivňuje intenzitu dráždivého efektu (Reizeffect) a rozsah reakce kořenů.³⁵⁷ Dále zmínil, že jelikož „v každé percepční buňce nastává po změně polohy specificky těžších tělísek nezávislá reakce“, „každá buňka [...]

³⁴⁷ Je zvláštní, že G. Haberlandt v celém článku používá naprosto nesmyslné pojmy otocyst a otolit, které vycházejí z umístění v uchu a naprosto se nehodí pro označení rostlinných orgánů.

³⁴⁸ „Es lässt sich nicht verkennen, dass gerade bei Wurzeln der Otocystenhypothese Schwierigkeiten entgegenstehen. Doch muss ich es vorerst NĚMEC überlassen denselben zu begegnen“, tamtéž, s. 271-272.

³⁴⁹ Tamtéž, s. 271.

³⁵⁰ B. Němec, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* 36 (1901), s. 80-178.

³⁵¹ Tamtéž, např. s. 145, 168.

³⁵² Tamtéž, s. 147-163

³⁵³ Tamtéž, s. 147, 160.

³⁵⁴ Tamtéž, s. 148.

³⁵⁵ „Ob nun diese Vorgänge zu derjenigen Reizkette gehören, deren Endglied die Krümmung ist, lässt sich nicht nachweisen [...]“, tamtéž, s. 162.

³⁵⁶ Tamtéž, s. 175-176.

³⁵⁷ Tamtéž, s. 171.

představuje samostatný percepční aparát, který je druhotně součástí komplexního celku.“³⁵⁸ Obecně B. Němec potvrdil závěry již vyřčené v předchozím sdělení.³⁵⁹

Téhož roku vydává Němec dvě další studie z oblasti gravitropické reakce rostlin, které doplňují nálezy statické funkce škrobových zrn. V jedné se zabývá traumatickým podrážděním a jeho vztahem k zakřivení kořenů, ve druhém změnou polohy kořenů.³⁶⁰

Reakce dalších badatelů nenechala na sebe dlouho čekat. Tak například L. Jost ve své recenzi z roku 1901 rozebíral některé metodologické problémy spojené s interpretací Němcových pokusů.³⁶¹ Provedl i vlastní pokusy sledující chování škrobových zrn při umístění rostlin do centrifugy, a došel k závěru, že škrobová zrna nemohou fungovat jako statolity. V článku, který shrnuje soudobý stav poznání v oblasti percepce zemské tíže rostlinami, v němž Jost uveřejnil i závěry vlastních pokusů, kritizoval i všechna ostatní vysvětlení gravitropické reakce a konstatoval, že „o primárních, čistě fyzikálních procesech geopercepce ještě nic nevíme.“³⁶² Statolitovou teorii zamítal v podstatě se smutkem.³⁶³

Kriticky se k nálezům B. Němce a G. Haberlandta postavil i F. Czapek. Ve své studii věnované percepci gravitropického dráždění na vrcholku kořene odmítl Němcovy pokusy s dekapitací kořenové špičky, ale zároveň i předpoklad, že buňky citlivé k zemské tíži se nacházejí pouze v columelle kořenové čepičky.³⁶⁴

³⁵⁸ Tamtéž, s. 172.

³⁵⁹ Tamtéž, s. 176-178.

³⁶⁰ B. Němec, „Der Wundreiz und die geotropische Krümmungsfähigkeit der Wurzeln“, *Fünfstücker Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik* 4 (1901), s. 186-217; B. Němec, „Ueber das Plagiotropwerden orthotroper Wurzeln“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 19 (1901), s. 310-313.

³⁶¹ L. Jost, „Němec, I. [...]“, *Botanische Zeitung* 59 (1901), č. 24, s. 371-375.

³⁶² „[...] über die primären, rein physikalischen vorgänge bei der geoperception wissen wir noch nichts“, L. Jost, „Perception des Schwerkraftreizes in der Pflanze“, *Biologisches Centralblatt* 22 (1902), č. 6 s. 177.

³⁶³ Tamtéž, s. 178.

³⁶⁴ F. Czapek, „Ueber den Vorgang der geotropischen Reizperception in der Wurzelspitze“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 19 (1901), s. 116-130.

V roce 1902 uveřejnil G. Haberlandt práci, v níž už mluví o statolitové teorii geotropismu (Statolithentheorie) a reaguje na Jostovy námitky vznesené proti jeho a Němcovým nálezům.³⁶⁵ Zdůraznil, mimo jiné, že „míra pohyblivosti škrobových zrn fungujících jako statolity může přirozeně být přizpůsobena pouze na normální podmínky, to jest na zemskou tíži.“³⁶⁶

B. Němec doplnil Haberlandtovu studii svou vlastní, v níž podrobněji prostudoval efekt nepřítomnosti škrobových zrn na gravitropické zakřivení a sledoval možný vliv traumatického podráždění³⁶⁷ Zmínil v ní, že je občas těžké vysvětlit pohyb škrobových zrn nebo jader nebo absenci takového pohybu, podle něj se nedá s jistotou mluvit o pasivní povaze pohybu škrobových zrn, jelikož „víme o fyzikálních vlastnostech škrobu, dokud se nachází v živé buňce, i o těchto vlastnostech protoplasy tak málo, že se musíme předem zdržet přesného důkazu.“³⁶⁸ Oba autoři, Němec i Haberlandt zdůraznili funkční podstatu statolitů jako specifických tělísek působících tlakem na plazmatickou membránu.³⁶⁹ Němec dále zmínil, že nechce „a priori generalisovat na základě jednoho nálezu a všechno tlačít do schématu“ a podtrhnul, že dosavadní výzkum na poli statolitové hypotézy ukázal, že „zemská tíže je vnímaná [rostlinami] jako tlak specificky těžších tělísek na citlivou plasmu“, ale že zatím nebyly popsány pochody, které tento tlak vyvolává³⁷⁰.

Ještě téhož roku měsíc po B. Němcovi vydal teoretické pojednání o kontroverzi kolem geotropismu F. Noll,³⁷¹ který již v roce 1901 na statolitovou teorii reagoval v jiném

³⁶⁵ G. Haberlandt, „Ueber die Statolithenfunction der Stärkerkörner“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 20 (1902), č. 3., s. 189-195.

³⁶⁶ „Der grad der beweglichheit der als statolithen fungirenden stärkekörner natürlich nur den normalen verhältnissen, das heißt der erdschwere angepasst sein kann.“, tamtéž s. 192.

³⁶⁷ B. Němec, „Die Perception des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 20 (1902), č. 6, s. 339-354

³⁶⁸ Tamtéž, s. 343; „Wir kennen jedoch die physikalischen eigenschaften der stärke so lange sie sich in lebender zelle befindet, soweit diejenigen des protoplasmas so wenig, dass man von vorn herein auf einen strengen beweis verzichten muss“, tamtéž, s. 346-347.

³⁶⁹ Tamtéž, s. 348-349.

³⁷⁰ Tamtéž, s. 353-354.

³⁷¹ F. Noll, „Zur Controverse über den Geotropismus“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 20 (1902), č. 7, s. 403-426

článek výtkou, kterou později odvolal.³⁷² Zhodnotil v něm příspěvky k vysvětlení percepce gravitropického podráždění rostlinami vydané v průběhu posledních let, zejména šlo o práce F. Czapeka, G. Haberlandta, L. Josta a B. Němce.³⁷³ Ocenil Němcovy a Haberlandtovy nálezy, ale postavil se opatrně vůči závěrům, které uvedení autoři ze svých nálezů vyvozují:

„Bylo by samozřejmě žádoucí, aby Haberlandtovo-Němcovo vyhodnocení škrobových zrn jako statolitů bylo v budoucno s jistotou potvrzeno. Poté, alespoň pro geotropickou percepci, by bylo dobře viditelné a jednoduše ovladatelné zařízení, jehož detailnější prozkoumání by bylo otázkou času. Ovšem neměli bychom si v tomto ohledu raději dělat přílišné naděje, dokud nejsou též odstraněny potíže.“³⁷⁴

Mezi takové potíže podle něj patřily všechny výjimky neumožňující povšechně aplikovat statolitovou teorii, dále pak s nedůvěrou předpovídal, že „jako u jiných percepčních pochodů, bohužel nezbyde nám nic jiného, než domněnky za hranicí přímého pozorování.“³⁷⁵ B. Němec se s F. Nollem podle Němcových vzpomínek v roce 1901 osobně setkal v Poppelsdorfu u Bonnu (dnes čtvrť Bonnu) a zeptal se na názor na svou teorii:

„Když jsem mu demonstroval statolitový aparát v čepičce kořenových vrcholů, byl velmi překvapen a trochu zaražen a prohodil: Nepředstavil jsem si, že je to tak pravidelné. Z dalšího hovoru však plynulo, že se staví k teorii skepticky. Zdálo se mi, že ho mrzí, že na věc nepřišel sám. Neboť už před

³⁷² F. Noll, „Zur Keimungsphysiologie der Cucurbitaceen“, *Thiels' Landwirtschaftliche Jahrbücher* 30 (1902), č. 3, s. 145.

³⁷³ Tamtéž, s. 403.

³⁷⁴ „Es wäre freilich wünschen, dass sich die Haberlandt-Němec'sche Einschätzung der Stärkekörnchen als statolithen in Zukunft bis zur Gewissheit bestätigte. Dann läge wenigstens für die geotropische Perception eine sichtbare und leicht kontrollierbare Einrichtung vor, deren eingehendere Erforschung nur eine Frage der Zeit sein würde. Allzu grossen Hoffnungen in dieser Beziehung wird man sich freilich nicht eher hingeben dürfen, als bis die Schwierigkeiten ebenfalls aus dem Wege geräumt sind.“, tamtéž, s. 424.

³⁷⁵ „[...] Uns wie bei anderen perceptionsvorgängen, leider nichts übrig bleiben wird, als sie jenseits der grenze des uns direct wahrnehmbaren zu vermuthen.“, tamtéž, s. 426.

vydáním jeho spisu *Heterogene Induktion* bylo známo, že jsou škrobová zrna uložena v některých buňkách jejich fyzikálně spodních částech.³⁷⁶

V roce 1903 vydal G. Haberlandt rozsáhlý článek *Zur Statolithentheorie des Geotropismus* (Ke statolitové teorii geotropismu), v němž na základě dosud shromážděných faktů vystavěl základy a podal ucelený výklad statolitové teorie rostlinného gravitropismu doplněný o pokusy pro tento výklad svědčící.³⁷⁷ I přes existující námitky nemožnosti přesného důkazu zde psal Haberlandt o pasivním pohybu škrobových zrn.³⁷⁸ Zajímavý je jeho výklad přítomnosti škrobových zrn v geotropicky neaktivních orgánech - spadají dle něj totiž do rámce statolitové teorie:

„Poněvadž geotropicky neaktivní stonky a kořeny jistě mají fylogeneticky původ v geotropicky aktivních orgánech; rozpad percepčního aparátu se může předně projevit ztrátou citlivosti plasmatické membrány, zatímco tvorba pohyblivých škrobových tělísek nadále přetrvává.“³⁷⁹

B. Němec vydal v roce 1904 méně experimentálněji zaměřenou práci o gravitropismu kořenů.³⁸⁰ Reflekoval tam i Czapekovy studie z let 1898 a 1902,³⁸¹ a roli buněčných chemických procesů při vnímání zemské tíže:

„Bylo by možné, že gravitační síla působí na rostlinné orgány dvěma odlišnými způsoby. Na jedné straně pomocí specificky těžších tělísek, na druhé jiným způsobem, např. přes tlak superponovaných buněčných vrstev. Je možné, že jen jeden z počitků vede ke geotropické reakci, ten druhý pouze

³⁷⁶ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 181-182.

³⁷⁷ G. Haberlandt, „Zur Statolithentheorie des Geotropismus“, *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* (1903), s. 447-500.

³⁷⁸ Tamtéž, s. 447.

³⁷⁹ „Denn nicht geotropische Stengel und Wurzeln stammen phylogenetisch sicher von geotropischen Organen ab; die Rückbildung des Perceptionsapparates kann sich zunächst im Verluste der Sensibilität der Plasmahäute äussern, während die Bildung beweglicher Stärkeköerner noch länger fort dauert“, tamtéž, s. 456.

³⁸⁰ B. Němec, „Einiges über den Geotropismus der Wurzeln“, *Beihfte zum Botanischen Centralblatt* 17 (1904), s. 45-60.

³⁸¹ F. Czapek, „Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen“; týž, „Stoffwechselprozesse in geotropisch gereizten Wurzelspitzen und in phototropisch sensiblen Organen“.

přivozuje nějaké chemické změny, které nemají nic společného s motorickou reakcí a které jsou přímo spojené se změnou polohy, ale ne se samotnou geotropickou reakcí.“³⁸²

Pozdější Němcovy studie už jsou z teoretického hlediska méně zajímavé a rámcově přechází k otázkám regenerace u rostlin a experimentální morfologii, i když i v takto orientovaných studiích projevoval Němec zájem o rostlinný gravitropismus.³⁸³ V roce 1910 reagoval na údajný objev rostlin bez škrobových zrn, avšak ve svém článku pouze vyvrací uvedený nálezn.³⁸⁴ Dále gravitropismu věnoval kapitolu v knize o zúrodnění³⁸⁵ a v roce 1964 vydal studii sledující pohyblivou plazmu, o jejíž roli v gravitropické recepci a reakci Němec přemýšlel už v roce 1901.³⁸⁶

4.3. Osudy statolitové teorie

J. Janko o statolitové teorii v roce 1978 napsal:

„Němcova a Haberlandtova hypotéza vzbudila živou reakci mezi badateli na poli geotropismu. Budila obdiv jednoduchostí, využitím známých a z určitého hlediska již prověřených faktů a návazností na fyziologii živočichů, čímž se zařadila po bok biologicky integrujících teoretických koncepcí; jednoduchým fyzikálním mechanismem na druhé straně zase uspokojovala mechanisty.

³⁸² „Es wäre ja möglich, daß die Schwerkraft auf zwei verschiedene Arten auf die Pflanzenorgane wirkt. Einerseits mit Hilfe von spezifisch schwereren Körperchen, andererseits in einer anderen Art, z. B. durch den Druck von aufeinanderliegenden Zellschichten. Es wäre möglich, daß bloß eine Perzeption zur geotropischen Reaktion führt, die andere bloß irgend welche chemische Veränderungen hervorbringt, welche mit der motorischen Reaktion nichts zu tun haben, und welche zwar mit der Lageveränderung direkt verknüpft sind, jedoch nicht mit der geotropischen Reaktion an sich“, B. Němec, „Einiges über den Geotropismus der Wurzeln“, s. 53.

³⁸³ Srov. např. B. Němec, „Indukce dorsiventrality u mechů“, *Rozpravy Královské České Společnosti Nauk* 13 (1904), č. 15, s. 1-12; týž, „Über Regenerationserscheinungen an angeschnittenen Wurzelspitzen“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 23 (1905), s. 113-120 podle J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu rostlin...“, s. 37.

³⁸⁴ B. Němec, „Der Geotropismus entärkter Wurzeln“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 28 (1910), s. 107-112.

³⁸⁵ B. Němec, *Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen*, Berlin: Gebrüder Borntraeger (1910).

³⁸⁶ B. Němec, „Über Georezeptoren in Wurzeln“, *Biologia Plantarum* 6 (1964), č. 4, s. 243-249.

Významní badatelé, zabývající se geotropismem byli nuceni zaujmout k nové hypotéze stanovisko, které, ač zprvu většinou rozpačité, se časem vyhranilo v převážně kladné, byť s výhradami v tom smyslu, že experimentální důkazy nejsou zcela přesvědčivé a jednoznačné.³⁸⁷

Již od začátku se teorie těšila podpoře Francise Darwina, který v roce 1903 vydal anglicky psanou studii, v níž shrnuje výsledky Němcových a Haberlandtových pokusů a k tomu přidává výsledky pokusů vlastních.³⁸⁸ B. Němec později vzpomínal, že v Darwinovi našla statolitová teorie „upřímného obhájce“³⁸⁹ a v nepublikované přednášce o počátku své vědecké kariéry o F. Darwinovi řekl:

„Ten mi poslal v době nejprudších bojů, kdy jsem již sám pomýšlel na kompromis, dopis, v němž mne vyzýval, abych svou theorii držel. Já že nesmím couvnout, kdybych měl sebe více odpůrců. Neustoupil jsem a zvítězil jsem.“³⁹⁰

Podobně vítězoslavně působí Němcova stať v *Živě*, kterou reagoval na článek německého botanika a genetika Georga F. L. Tischlera (1878-1955) z roku 1909 o kořenech mangrovů a orchidejí.³⁹¹ V závěru této studie G. Tischler uvedl:

„V každém případě zdá se mi toho času býti nejpravděpodobnějším výsledkem i kritického přehledu všech důvodů, jež byly uvedeny pro nebo proti teorii, že učení obou rakouských badatelů, devět let po tom, kdy poprvé bylo vysloveno, nyní skutečně musí býti považováno jakoby za zajištěné.“³⁹²

³⁸⁷ J. Janko, „Pražský přínos k objasnění geotropismu rostlin..“, s. 35.

³⁸⁸ Francis Darwin, „Statolith-theory of Geotropism“, *Proceedings of the Royal Society* 71 (1903), s. 362-373.

³⁸⁹ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 179.

³⁹⁰ Archiv AV ČR, fond B. Němec, karton 7, sig. I. c), inv. č. 53, sešit 24, s. 1740.

³⁹¹ B. Němec, „Nové zprávy o geotropismu kořenů“, *Živa* 20 (1910), č. 1, s. 5-6.

³⁹² G. Tischler, „Untersuchungen an Magrove- und Orchideen-Wurzeln mit specieller Beziehung auf die Statolithen-Theorie des Geotropismus“, *Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. 3. Supplément* (1910), p. 1., s. 131-186, cit. 179 podle B. Němec, „Nové zprávy o geotropismu kořenů“, s. 6.

Po nástupu Cholodného-Wentova modelu, který vysvětloval rostlinné tropismy působením fytohormonů, zájem o statolitovou teorii opadl. Sám F. Went měl odmítavý postoj vůči statolitové teorii už v roce 1910.³⁹³ Postupně dochází k částečnému propojení hormonálního a statolitového modelu vysvětlení rostlinného gravitropismu, dodnes v této otázce však není zcela jasný a jednotný pohled. Stále se řeší, jakou přesně roli hrají škrobová zrna obsažená v buňkách a zda jsou opravdu nezbytná k percepci tíže a k zahájení gravitropické reakce.

B. Němec později vzpomínal, že ruský botanik Kliment Arkadjevič Timirjazev (1843-1920) „se vyslovil kdysi velmi ostře proti mé statolitové teorii, jako bych zaváděl nějakou mystiku do rostlinné fyziologie.“³⁹⁴ Zvláštní jsou zpětné pohledy na statolitovou hypotézu - ve významné sovětské knize *История биологии с начала XX века до наших дней* (Dějiny biologie od začátku 20. st. dodnes) se v souvislosti se statolitovou teorií objevilo, že „nedostatečná znalost biochemie růstových procesů vedla ke vzniku řady mechanistických výkladů růstu, poslední ránu kterým zasadilo prosazení hormonální teorie tropismu, která nasměřovala výzkum této otázky na hlubokou fyziologickou analýzu daných jevů.“³⁹⁵ Projevuje se tu jak nedůkladné prostudování původních studií, tak i pro pozdější badatele špatně uchopitelné postavení fyziologie dráždivosti, ale především předpoklad ekvivalence mechanismismu a redukcionismu. Z výše rozebraných prací B. Němce a G. Haberlandta je vidět, že rozhodně nešlo o redukcionistické vysvětlení celého procesu.

4.4. Shrnutí

Statolitová teorie právem patří mezi s Němcem nejčastěji spojované objevy. Nutno zdůraznit, že B. Němec neobjevil škrobová zrna, nýbrž jejich statickou funkci srovnatelnou s funkcí statolitů u živočichů. Statolity u rostlin tedy objevil ve smyslu funkčním, nikoliv morfologickým.

³⁹³ F. Went, „The inadmissibility of the statolith theory of geotropism as proved by experiments of Miss C. J. Pekelharing.“, *Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Science* 12 (1910), s. 343-345.

³⁹⁴ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 220.

³⁹⁵ Л. Я. Бляхер, *История биологии с начала XX века до наших дней*, Moskva: Наука (1975), s. 143.

Důkladnost a hloubka rozpracování hypotézy v Němcově nejrozsáhlejší studii z roku 1901 se všemi možnostmi a pochybami a rozsah ji doprovázejících pokusů naznačují opravdu odpovědný přístup autora k této publikaci jako ke studii, která má nastolit zcela nový přístup ke sledovanému fenoménu. V archivu AV ČR se navíc nachází rukopis této studie psaný v českém jazyce.³⁹⁶

Každý z autorů, jejichž publikace byly v kapitole rozebrány, vnímal otázku statolitového škrobu jako problém v první řadě teoretický. Ve všech citovaných studiích nalezneme neobvyklé množství úvah a spekulací, pokusy či ilustrace jsou zastoupeny v mnohem menší míře.

B. Němec později vzpomínal, že si ve své době neuvědomil důležitost pojmenování objevů a konceptů:

„Pozdě jsem poznal, že v přírodních vědách často se spojuje zásluha nějakého objevu s osobou toho, kdo pro nějaký poznatek vytvořil nové mezinárodní slovo. Sám jsem toho nedbal a tak mým objevům dali názvy Strasburger, Haberlandt a jiní. Uvědomil jsem si potřebu křtít své objevy novými názvy, až když už vcelku bylo pozdě.“³⁹⁷

Konkrétně ke G. Haberlandtovi a statolitové hypotéze uvedl:

„[...] Haberlandt přiznává, že jsem myšlenku již předtím uveřejnil v *Biologisches Zentralblatt*. Zde ji Haberlandt našel a svou práci, která neobsahuje téměř žádné pokusy, mohl vykonat pohodlně během jednoho týdne. Nazval náš názor statolitovou teorií. Šla potom do světové literatury jako Němec-Haberlandtova, později Haberlandt-Němcova a často jen jako Haberlandtova (též u nás) teorie.“³⁹⁸

Můžeme z toho cítit jisté rozhořčení a lítost nad skutečností, že je Haberlandtovi věnována větší pozornost. Ovšem, i kdybychom Haberlandtovi nevěřili, že se svými pokusy začal roky před Němcovým sdělením, z uvedených citací se zdá, že chtěl

³⁹⁶ B. Němec, „Výklad geotropismu“, Archiv AV ČR, fond Bohumil Němec, karton 38, sig. III. a), inv. č. 1636, 169 stran rukopisu.

³⁹⁷ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 203.

³⁹⁸ Tamtéž, s. 179

jednoduše přispět svými dosavadními nálezy k otázce, o níž si myslel, že ji bude Němec dále zpracovávat.

Jinde ve svých vzpomínkách zní Němec mírněji:

„Statolitová teorie je nesporně moje duševní vlastnictví. Haberlandt ve svém pojednání o statolitech (Berichte der deutschen botanischen Gessellschaft) mne již cituje. Nicméně spojena byla tato teorie s jeho jménem rovnoprávně jako s mým, ba někteří vynechali nakonec moje jméno a uváděli jen jeho. Nikdy jsem proti tomu nic nenamítal.“³⁹⁹

G. Haberlandtovi se oproti Němcovi především povedlo formulovat opravdu ucelenou teorii, která podávala jasná vysvětlení a poskytovala rámec pro další výzkum gravitropických jevů.

³⁹⁹ Tamtéž, s. 235-236.

5. Morfogeneze

5.1. Morfestezie

V roce 1900 německý botanik Fritz Noll publikuje studii o vývoji kořenů, kde zavádí pojem morfestezie (Morphesthäsie) - schopnost rostliny vnímat tvar (formu) vlastního těla a reagovat na něj.⁴⁰⁰ Někteří, např. významný ruský biolog Alexander Gurwitsch (1874-1954), psali, že Nollův koncept připomíná Drieschovu entelechii.⁴⁰¹ Dále např. jeden ze zakladatelů oboru komparativní vývojové biologie John Wilfred Jenkinson (1871-1915) ve svých přednáškách a člancích mluví o tom, že u Drietsche najdeme „psychoid⁴⁰², který je morfestetický, neboli vnímavý vůči své finální formě.“⁴⁰³ Pojem psychoid se však objevuje až v pozdějších publikacích a je zvláštní, že v této souvislosti Jenkinson vůbec nezmiňuje Nolla.⁴⁰⁴ Hans Driesch totiž v knize *Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre*, na kterou odkazoval i Jenkinson a kde Driesch poprvé přišel s rekonceptualizací entelechie pro potřeby své neovitalistické filosofie, věnoval krátkou

⁴⁰⁰ Fritz Noll, „Über den bestimmenden Einfluss von Wurzelkrümmungen auf Entstehung und Anordnung der Seitenwurzeln“, *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 29 (1900), s. 361-426

⁴⁰¹ Alexander G. Gurwitsch, „Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang“, *Biologisches Centralblatt* 32, (1912), č. 8, s. 458-486. Ostatně jsem bez hlubšího zkoumání poukázal na jejich podobnost též ve své bakalářské práci při popisu Němcova článku, kde s morfesthesií pracuje, srov. Ivan Loginov, *Vědecká a institucionální činnost Bohumila Němce na Univerzitě Karlově*, Univerzita Karlova: bakalářská práce (2018), dostupné z <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/198540/?lang=cs>, s. 19.

⁴⁰² Pojem si pak vypůjčil např. Carl Gustav Jung (1875-1961), srov. Ann Addison, „Jung, vitalism and “the psychoid”: an historical reconstruction“, *Journal of Analytical Psychology*, 54 (2009), č. 1, 123–142, doi:10.1111/j.1468-5922.2008.01762. Ten se však inspiroval nejen Drieschem, ale především Eugenem Bleulerem (1857-1939). U tohoto švýcarského psychiatra pracoval Jung jako asistent, a právě on pojem „psychoid“ zavádí do psychiatrie. V jeho knize na téma najdeme i zmínku o Nollově morfesthesii. Eugen Bleuler, *Die Psychoide als Prinzip der organischen Entwicklung*, Berlín: Verlag von Julius Springer (1925), s. 38-39.

⁴⁰³ Srov. John Wilfrid Jenkinson, *Experimental Embryology*, Oxford: Clarendon Press (1909), s. 279-302; též, „Vitalism“, *Studies in the History and Method of Science*, ed. Charles Singer, Oxford: Clarendon Press (1917), s. 59-78.

⁴⁰⁴ Dále je zvláštní, že morfesthesii zcela ignoruje, i při popisu entelechie, i Emanuel Rádl ve svých *Dějínách biologických teorií novověku*, srov. Emanuel Rádl, *Dějiny biologických teorií novověku Díl II*, překl. Zuzana Škorpíková, Tabita Landová a Ivan Landa, eds. Tomáš Hermann, Anton Markoš a Zdeněk Neubauer, Praha: Nakladatelství Academia (2006), s. 381-382.

podkapitulu Nollovi a teorii morfestezie.⁴⁰⁵ Zmínil ji i v pozdější knize o historii vitalismu.⁴⁰⁶ Je možné, že se slova odvozená od morfestezie v té době zařadila do běžného slovníku vývojových biologů, čemuž nasvědčuje i nepřesná citace u E. Bleuera - „Nollova morfesthesie“⁴⁰⁷. Dnes však o morfestezii a Nollovi slyšel jen málokdo, zatímco Driesch a jeho entelechie patří mezi neodmyslitelnou součást dějin vývojové biologie a filosofie vědy.

Vyloženě na Nolla ve svých raných studiích navazoval zmíněný A. Gurwitsch (nebo Gurvič),⁴⁰⁸ který řešil otázky dědičnosti nehmotných faktorů a další roli morfestezie v morfogenezi, např. zda se dá morfogeneze popsat jako proces „materialisace z dynamické preformovaných tvarů.“⁴⁰⁹ Později na základě toho vytvořil vlastní koncepci morfogenetického pole, na níž následně celý život usilovně pracoval.⁴¹⁰

I když je zpočátku morfestezie hojně reflektována, což dosvědčují dobové citace,⁴¹¹ později z literatury úplně mizí. V každé odpovídající práci až do padesátých let lze najít přinejmenším zmínku v knihách Gurviče, později už jen v sovětských popularizačních článcích o teoriích biologických (morfogenetických) polí.⁴¹² S objevem molekuly DNA (dočasně) opadl zájem i o téma biologických polí.⁴¹³ Ale i předtím v době pomalu

⁴⁰⁵ Hans Driesch, *Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre*, Lipsko: J. A. Barth, (1905), s. 215-216.

⁴⁰⁶ Srov. H. Driesch, *Geschichte des Vitalismus*, Lipsko: J. A. Barth (1922), s. 177-178, 199.

⁴⁰⁷ E. Bleuer, *Die Psychoide als Prinzip der organischen Entwicklung*, s. 38.

⁴⁰⁸ Držím se použití německého přepisu pro starší články publikované německy a českého přepisu pro novější práce publikované rusky, srov. Anton Markoš, *Tajemství hladiny: Hermeneutika živého*, Praha: Vesmír (2000).

⁴⁰⁹ A. G. Gurwitsch, „Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang“, s. 485; Týž., „Der Vererbungsmechanismus der Form“. *W. Roux Arch. Entwmech. Org.* 39 (1914), s. 516.

⁴¹⁰ Srov. A. Г. Гурвич, *Теория биологического поля*, Moskva: Советская наука (1944).

⁴¹¹ Srov. Giuseppe Lopriore, „Über bandförmige Wurzeln“, *Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum* 88 (1905), č. 1, s. 1-148; Wilhelm R. Köhler, „Über die plastischen und anatomischen Veränderungen bei Keimwurzeln und Luftwurzeln, hervorgerufen durch partielle mechanische Hemmungen“, *Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig* (1902), s. 59-105.

⁴¹² Лев В. Белоусов, „Краткий комментарий“, *Химия и жизнь* 18 (1983), č. 3, s. 92.

⁴¹³ Олег Г. Гавриш, „А.Г. Гурвич: подлинная история биологического поля“, *Химия и жизнь* 38 (2003), č. 5, s. 32-37.

přicházející moderní syntézy vypadaly v očích mnoha vlivných genetiků a vývojových biologů neovitalistické koncepce jako entelechie a morfestezie zbytečně nepatřičně.⁴¹⁴

Po druhé světové válce navíc zeslábl vliv německého jazyka ve vědě, jazyka, v němž své přelomové práce publikovali i ruští vědci jako A. Gurwitsch a čeští jako B. Němec. Spolu s tím opadl i zájem o starší německy psané publikace.⁴¹⁵ Větší zájem o entelechii oproti morfestezii bychom mohli připsat skutečnosti, že F. Noll měl mnohem méně času na propagaci (zemřel v roce 1908, Driesch až 1941), a pravděpodobně i tomu, že psal o vývoji rostlin, o něž je na poli teoretičtějších biologických oborů tradičně menší zájem oproti zvířatům a zejména člověku.⁴¹⁶ Zároveň se Noll méně opíral o neovitalismus⁴¹⁷ a o filosofii jako takovou⁴¹⁸ a díky tomu byl méně kontroverzní. Někteří pozdější rostlinní fyziologové však kritizovali morfestezii jako mystickou.⁴¹⁹ Poslední dohledaná relevantní citace se objevila ve studii, která se snažila vysvětlit Nollova pozorování bez morfestezie

⁴¹⁴ Viz postesknutí Thomase Hunta Morgana (1866-1945) během přednášky k jim přibírané nobelové ceně za fyziologii a lékařství v roce 1934 o tom, že v minulosti zažila embryologie „metafyzický obrat“. Thomas H. Morgan, „Nobel Lecture“, *NobelPrize.org*, Nobel Media AB (2020), vid. 26. června 2020, dostupné z: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1933/morgan/lecture/>. To byl podle Klause Sandera jasný odkaz právě na Morganova bývalého přítele a kolegu H. Driesche, srov. Klaus Sander, „Entelechy and the ontogenetic machine — work and views of Hans Driesch from 1895 to 1910“, *Landmarks in Developmental Biology 1883–1924*. Springer, Berlín, Heidelberg, 1997, 38-40, https://doi.org/10.1007/978-3-642-60492-8_13

⁴¹⁵ Je příznačné, že v Drieschových pracích vydaných anglicky zmínky o Nollovi a morfestezii nejsou, srov. např. H. Driesch. *History and Theory of Vitalism*, Londýn: Mcmillan and Co., (1914).

⁴¹⁶ Podle A. Markoše se tak např. v oblasti biologických polí po smrti Gurviče badatelé soustředí téměř výhradně na metazoa, A. Markoš, *Tajemství bladin: Hermeneutika živého*, s. 91.

⁴¹⁷ Podle Driesche Noll se sice nehlásí k vitalismu, ale když Nollovy myšlenky zanalyzujeme, dojdeme podle něj k tomu, že jsou ve shodě s Drieschovými argumenty pro vitalismus, srov. H. Driesch, *Geschichte des Vitalismus*, Lipsko: J. A. Barth (1922), s. 178.

⁴¹⁸ Již dřívější Drieschovy články o anatomii se opíraly o myšlenky filozofů jako např. Aristoteles, Schopenhauer nebo Kant. Srov. H. Driesch, „Resultate und Probleme der Entwicklungsphysiologie der Tiere“, *Anatomische Hefte, Zweite Abteil* 8 (1898).

⁴¹⁹ Srov. Erwin Bünning, „Die Entstehung von Mustern in der Entwicklung von Pflanzen“, *Differenzierung und Entwicklung*, Berlín: Springer Verlag (1965), s. 383-408.

a kde autor v závěru konstatoval, že postavení laterálních kořenů lze plně vysvětlit transverzálním transportem rhizocalinu.⁴²⁰

B. Němec přinesl teorii morfestezie do českého prostředí nejdříve prostřednictvím popularizačního článku v *Živě*, v němž se zaměřoval na Nollovy pokusy a na vysvětlení termínu na konkrétních příkladech.⁴²¹ Dále pak publikoval vlastní *Experimentální studii o symetrii složených listů*, kde ukázal roli morfestezie v narovnávání symetrického uspořádání listu po mechanickém poškození pomocí zakřivení řapíků nebo inserce (umístění) postranních lístků.⁴²² V morfestezii má velkou důvěru a v závěru stati uvádí že „je možno, že morfestetické reakci přísluší větší důležitost, než jsme mohli učiniti pravděpodobným“ a dodává ještě „Nesmíme však za to míti, že všude tam, kde by přímé vlivy traumatického podráždění mohly reakci jevíci se ve změně polohy lístků způsobiti, změna tvaru u listu nebyla percipována“, tedy že rostliny, i když poškození morfesteticky vnímaly, nemusely specificky morfesteticky reagovat.⁴²³ Zmínky o morfestezii u Němce nalezneme v několika popularizačních knihách - *Duše rostlin*, *Život rostlin* a *Rostlinopis*.⁴²⁴ Dále o morfestezii v českém prostředí vydal na Němcův popud studii věnovanou morfestetické reakce u jednoduchých listů jeho žák a významný český fytopatolog

⁴²⁰ Rhizocalin byl hypotetický hormon, jenž se předpokládal jako původce mnoha jevů v kořenech rostlin, později byl často spojován s auxinem. Srov. Bruce E. Haissig a Tim D. Davis. „A Historical Evaluation of Adventitious Rooting Research to 1993“ v *Biology of Adventitious Root Formation*, eds. Tim D. Davis a Bruce E. Haissig, New York: Springer Science+Business Media (1994), s. 275-331. Iz. de Haan. „Polar root formation“. *Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais* 33 (1936): 292-309

⁴²¹ B. Němec, „Morfesthesie u rostlin“. *Živa* 11, (1901), č. 1., s. 8-10.

⁴²² B. Němec, „Experimentální studie o symetrii složených listů“, *Rozpravy České akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění. Třída II., Mathematicko-přírodnická* 11 (1902), č. 32, s. 1-25.

⁴²³ Tamtéž, s. 19-20.

⁴²⁴ B. Němec, *Duše rostlin*, Praha: Nakladatelství pražské akciové tiskárny (1937), s. 69-70; Týž, *Život rostlin Díl 2.*, Praha: Sfinx (1942), s. 442; Týž, *Rostlinopis svazek IV. 1. Jak rostou rostliny* (Praha: Jos. R. Vilímek, 1943), 205; Bohumil Němec. *Rostlinopis svazek IV. 2. Pohyby a rozmnožování rostlin, Fysiologická anatomie rostlin* (Praha: Jos. R. Vilímek, 1944), 318.

Jaroslav Smolák.⁴²⁵ Později se morfestezie u nás okrajově objevuje např. v nedávném článku protistologa Jiřího Neústupy o německé algologii.⁴²⁶

Už beze zmínky o morfestezii napsal B. Němec v roce 1901 v popularizačním článku o rostlinných smyslech:

„My si nejsme vědomi tvaru svého těla, poznávájíce jej teprve druhotně prostřednictvím jiných smyslů, hlavně zraku a hmatu. Ale rostliny na tvar svého těla přesně reagují, dovedouce na př. percipovati zakřivení...Rostliny percipují celkové poměry, rozložení svých údu, vzájemnou jich polohu a ovšem také polohu vůči poměrům vnějšího světa.“⁴²⁷

5.2.Organogeny

Teoreticky zajímavá je pozdější organogenní teorie. Pro její formulace je zásadní koncept specifických energií, který se objevil v článku Julia Sachse z roku 1879.⁴²⁸ Jak již bylo zmíněno, B. Němec tvrdil že je tento koncept „příliš subjektivistický“ a odmítal ho.⁴²⁹ Později vzbudilo opětovný Němcův zájem o specifické energie zavedení hormonálního modelu Cholodného-Wenta.⁴³⁰ Ve svém článku z roku 1934 nazval „fytormony, které určují formativní pochody“ v místech vzniku a vývoje orgánů termínem organogeny a pokusně doložil opodstatnění takového označení.⁴³¹ Rozlišil je na různé typy podle toho, kde působí - rhizogeny v kořenech, fylogeny (Phylogenen) v listech, antogeny (Anthogenen) v květech a blastogeny v pupenech.⁴³² B. Němec

⁴²⁵ Jaroslav Smolák. *K otázce morfesthesie listu* (Roudnice nad Labem: nákladem Královské české zemské hospodářské školy v Roudnici nad Labem, 1912). 12.

⁴²⁶ Srov. Jiří Neústupa. *Dějiny věd a techniky* (2018)

⁴²⁷ Bohumil Němec. „O smyslové a reflektivní činnosti rostlin“, s. 161.

⁴²⁸ Julius Sachs, „Ueber orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile“ (1879), *Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg* 2 (1882), s. 226-284.

⁴²⁹ B. Němec, O smyslové a reflektivní činnosti rostlin, s. 55.

⁴³⁰ B. Němec, „Ernährung, Organogene und Regeneration“, *Věstník Královské české společnosti nauk. Třída mathematicko-přírodovědecká* (1934), č. 7., s. 1-34.

⁴³¹ Tamtéž, s. 2

⁴³² Tamtéž.

vzpomínal, že této studii přikládal velkou důležitost, a vyjadřoval lítost nad tím, že se termín špatně vžíval.⁴³³

Jiní badatelé, např. F. M. Went, Němcovu práci citovali z důvodu popisu uložení hormonálních látek v děložních lístcích a dalších orgánech,⁴³⁴ nové pojmosloví založené na organogenech se však neujalo.

⁴³³ Srov. B. Němec, *Vzpomínky*, s. 203, 208.

⁴³⁴ Srov. např. F. M. Went a Kenneth V. Thimann, *Phytohormones*, New York: The Macmillan Company (1937), s. 187.

6. Evoluční biologie a genetika

Zárodky proto-evolučního myšlení lze hledat i v těch nejstarších textech západní tradice, od Empedoklovy a později Lucretiovy zoogonie po Aurelia Augustina.⁴³⁵ I v křesťanské (a samozřejmě judaistické) kosmogonii vyložené v knize *Genesis*, ze které čerpal i zmíněný Augustin, jsou myšlenky odpovídající pozdějšímu pojetí evoluční teorie⁴³⁶. Evoluční prvky se dají dále najít i v jiných náboženských tradicích, například v buddhismu a hinduismu.⁴³⁷

Pro rozvoj evoluční teorie byl přínosný rozvoj empirických vědeckých metod a mechanistického pohledu na svět v renesanci. Francouzský matematik a přírodovědec Georges Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) ve svých pracích přemýšlí o dějinách vesmíru a o vývoji živých organismů na Zemi, zejména ve své knize z roku 1779, v níž rozdělil historii na sedm epoch.⁴³⁸ Zásadní obrat způsobil francouzský zoolog Georges Cuvier (1769-1832), který významně zpopularizoval myšlenku, že nacházené fosilní kostry patří již vyhynulým organismům⁴³⁹.

Francouzský přírodovědec a Buffonův žák Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) v roce 1800 na své úvodní přednášce o bezobratlých vyjádřil myšlenku, že dokonalejší organismy vznikly z těch jednodušších, a to vlivem „klimatu, variacemi v teplotě

⁴³⁵ Srov. např. C. Leon Harris, *Evolution, Genesis and Revelations, with Readings from Empedocles to Wilson*, Kevin Guinagh, Albany: State University of New York Press (1981), s. 31-32; Gordon Lindsay Campbell, *Lucretius on Creation and Evolution: A Commentary on De Rerum Natura Book Five, Lines 772-1104*, Oxford: Oxford University Press (2003); Vojtěch Hladký, Radim Kočandrle, Zdeněk Kratochvíl, *Evoluce před Darwinem*, s. 71-101; Kevin Guinagh, „Saint Augustine and Evolution“, *The Classical Weekly* 40 (1946), č. 4, s. 26-31; Mackenzie Brown, *Hindu Perspectives on Evolution: Darwin, Dharma, and Design*, Abingdon a New York: Routledge (2012).

⁴³⁶ Srov. např. Joseph Fitzpatrick, *The Fall and the Ascent of Man*, Lanham, MD: University Press of America (2012).

⁴³⁷ Srov. např. John Starkie Gardner, „The Buddhist Theory of Evolution“, *Nature* 31 (1884), s. 55-56;

⁴³⁸ Srov. Georges-Louis Leclerc, Le Comte de Buffon, *The Epochs of Nature*, překl. Jan Zalasiewicz, Anne-Sophie Milon a Zalasiewicz, Chicago a Londýn: The University of Chicago Press (2018).

⁴³⁹ Srov. Georges Cuvier, „Preliminary Discourse“, *Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes: New Translations and Interpretations of the Primary Texts*, ed. Martin J. S. Rudwick, Chicago: University of Chicago Press (1997), s. 24.

atmosféry a všeho okolního prostředí, diverzitou míst, zvyků, pohybů, způsobů života, sebezáchovy, sebeobrany, a rozmnožování, atd. atd.“⁴⁴⁰ Ve stejné přednášce zdůrazňoval, že způsob života zvířat utváří tělo těchto zvířat, a ne naopak, a to graduální změnou v průběhu času⁴⁴¹. V roce 1802 již považuje myšlenku vývoje organických forem za nejdůležitější otázku, o které by se měli jeho posluchači dozvědět, a popsal, že se vlastnosti získané během života v těle konservují ve zvláštních tekutinách, které se později přenáší do dalších generací.⁴⁴² V roce 1809 ve své *Philosophie zoologique* (Zoologická filosofie) podává J. B. Lamarck tyto myšlenky systematictěji, ve formě dvou zákonů.⁴⁴³ Historik Jean Gayon poukázal na to, že přestože Lamarck mluví o dědičnosti, o dědičnost jako takovou nemá příliš zájem a soustředí se na vývoj druhů.⁴⁴⁴

Charles Darwin do evolučního myšlení přináší myšlenku přírodního výběru aneb mechanismus vysvětlení vzniku a zániku druhů. Na druzích, které pozoroval, popsal, že úspěšné přežití jednotlivců i druhů záleží na tom, nakolik jsou přizpůsobeni pro život ve svém prostředí.⁴⁴⁵ Nové druhy podle něj vznikají nahromaděním graduálních proměn v populaci jednoho druhu vedoucím k jeho rozštěpení na dva nové.⁴⁴⁶ Pro formování konceptu přežití nejsilnějšího či nejschopnějšího, jak jej později nazval Herbert Spencer (1820-1903), je klíčové dílo Thomase Roberta Malthuse (1766-1834), o němž i Darwin psal, že ho výrazně ovlivnilo.⁴⁴⁷ V pozdějších úvahách zmiňoval, že když četl Aristotela, zjistil, že částečně předznamenává jeho teorii, avšak Aristotelés v jím uvedeném textu

⁴⁴⁰ „[...] de l'influence des climats, des variations de température de l'atmosphère et de tous les milieux environnans, de la diversité des lieux, de celle des habitudes, des mouvemens, des actions, enfin de celle des moyens de vivre, de se conserver, se défendre, se multiplier, &c. &c.“, Jean-Baptiste Lamarck, *Système des Animaux sans Vertèbres...*, Paříž: Deterville (1801), s. 11-15, cit. s. 13.

⁴⁴¹ Tamtéž, s. 15.

⁴⁴² J. B. Lamarck, *Recherches sur l'organisation des corps vivans et particulièrement...*, Paříž: Maillard (1802), s. 61-67.

⁴⁴³ J. B. Lamarck, *Philosophie zoologique...*, Paříž: Baillière (1809), s. 235.

⁴⁴⁴ Jean Gayon, „Hérédité des caractères acquis“, *Lamarck, Philosophe de la Nature*, eds. P. Corsi, J. Gayon, G. Gohau, a S. Tirard, Paříž: Presses Universitaires de France. s. 105–163.

⁴⁴⁵ Ch. Darwin, *The Origin of Species by Means of Natural Selection...*, Londýn: John Murray (1860), s. 80-130.

⁴⁴⁶ Tamtéž, 312-345.

⁴⁴⁷ Peter J. Bowler, „Malthus, Darwin and the Concept of Struggle“, *Journal of the History of Ideas* 37 (1976), č 4, s. 631-650.

cituje Empedokla⁴⁴⁸. Ve stejné době s podobnou myšlenkou přichází též další britský přírodopisec Alfred Russel Wallace (1823-1913), po domluvě vydali s Ch. Darwinem první článek k přírodnímu výběru současně.⁴⁴⁹

Moravský kněz a přírodovědec Georg Mendel (1822-1884) ve své klasické práci nastínil fungování dědičnosti a položil tak teoretický základ genetiky.⁴⁵⁰ Jeho výzkum ve své době bohužel zapadl. O vztahu Mendela k Darwinovi a o možnosti, že by Ch. Darwin Mendela četl, se dlouhodobě vedou diskuze.⁴⁵¹ V roce 1901 dochází k tzv.

„znovuobjevení“ zákonů dědičnosti popsanych G. Mendelem, a to zásluhou několika badatelů - Ericha von Tschermaka (1871-1962), Hugo de Vriese a Carla Ericha Corrense (1864-1933).⁴⁵² Tradiční pohled na publikaci jmenovanými badateli článků o hybridizaci jako na znovuobjevení se dnes zpochybňuje. Mendelovu práci prý ostatní badatelé znali, jenom nevzbuzovala takový zájem až do doby, kdy tři citovaní autoři kolem ní vytvořili kontroverzi především vzájemnou polemikou ohledně otázek dědičnosti.⁴⁵³ Zároveň H. de Vries zavedl pojem „mutace“ označující mezigenerační změny.⁴⁵⁴

⁴⁴⁸ Vojtěch Hladký, Radim Kočandrl, Zdeněk Kratochvíl, *Evoluce před Darwinem*, s. 141-142.

⁴⁴⁹ Srov. Ch. Darwin, „On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. I. Extract from an unpublished work on species, II. Abstract of a letter from C. Darwin, Esq., to Prof. Asa Gray“, *Journal of the Proceedings of the Linnean Society* 3 (1958), s. 45-53.; Alfred R. Wallace, „On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. III. On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type.“, *Journal of the Proceedings of the Linnean Society* 3 (1958), s. 53-62. Dále k porovnání teorií obou viz např. U. Kutschera, „A comparative analysis of the Darwin-Wallace papers and the development of the concept of natural selection“, *Theory in Biosciences* 122 (2003), 343-359.

⁴⁵⁰ Gregor Mendel, „Versuche über Pflanzen-Hybriden“, *Verhandlungen des naturforschenden Vereines Brünn* 4 (1866). s. 3-47.

⁴⁵¹ Daniel J. Fairbanks, „Mendel and Darwin: untagling a persistent enigma“, *Heredity* 124 (2020), s. 263-273.

⁴⁵² Erich Tschermak, „Ueber künstliche kreuzung bei Pisum sativum“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 18 (1900), s. 232-249; Hugo de Vries, „Sur la loi de disjunction des hybrides“, *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences* 130 (1900), s. 845-7; Carl E. Correns, „G. Mendel's law on the behaviour of progeny of variable hybrids“, *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 8 (1900), s. 156-168.

⁴⁵³ Srov. např. Randy Moore, „The 'Rediscovery' of Mendel's Work“, *Bioscene* 27 (2001), s. 13-24.

⁴⁵⁴ Srov. H. de Vries, *Die Mutationstheorie*,

V dalších letech probíhal výzkum evolučních a dědičných principů paralelně. Zároveň se objevovalo více alternativ pro vysvětlení vývoje druhů. Období od konce 19. st. až přibližně do 20. let 20. st. někteří autoři nazývají „soumrakem darwinismu“, jiní interfází darwinismu.⁴⁵⁵ Postupě však dochází k propojení teoretických rámců obou oborů v rámci tzv. moderní syntézy.⁴⁵⁶

Technologický pokrok postupně umožnil učinit nové objevy radikálně měnící chápání genetických pochodů, především popis struktury DNA.⁴⁵⁷ Proměnil se i pohled na evoluci. Pod vlivem prací Williama Donalda Hamiltona (1936-2000) a dalších, zpopularizovaných Richardem Dawkinsem, se na evoluci začíná nahlíže jako na skokový proces daný mutacemi na DNA, a na alely genů jako na hlavní aktéry tohoto procesu.⁴⁵⁸ O této škole píší někteří autoři jako o postneodarwinismu.⁴⁵⁹

Od počátku vůči darwinistickému pohledu na vývoj druhů existoval odpor, především ze strany neolamarckistů. Po nástupu genetiky se četní autoři snažili poukázat na epigenetické faktory.⁴⁶⁰ Na důležitosti začaly tyto hlasy nabírat mnohem později, ale dnes se epigenetický výzkum plně etabloval na poli evoluční biologie. Pro některé aspekty negenetické dědičnosti však není místo v moderní syntéze, a tak mnozí badatelé volají po zavedení nového rámce - tzv. rozšířené evoluční syntéze.⁴⁶¹

⁴⁵⁵ Julian Huxley, *Evolution: the Modern Synthesis*, Londýn: Allen and Unwin (1942), s. 22-28; M. A. Largent, „The So-Called Eclipse of Darwinism“, *Transactions of the American Philosophical Society. New Series* 99 (2009), č. 1, s. 3-21. K vývoji teorií v tomto obd. viz Peter J. Bowler, *The Eclipse of Darwinism: anti-Darwinian evolutionary theories in the decades around 1900*, Baltimore: Johns Hopkins University Press (1983).

⁴⁵⁶ Srov. J. Huxley, *Evolution: the Modern Synthesis*.

⁴⁵⁷ Srov. James Dewey Watson a Francis H. C. Crick, „Molecular Structure of Nucleic Acids“, *Nature* 171 (1953), s. 737-738.

⁴⁵⁸ Srov. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford: Oxford University Press (1976).

⁴⁵⁹ Srov. např. Henri van Waesberghe, „Towards an alternative evolution model“, *Acta Biotheoretica* 31 (1982), s. 3-28.

⁴⁶⁰ Gary Felsenfeld, „A Brief History of Epigenetics“, *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 6 (2015), č. 1, s. 1-10., doi:10.1101/cshperspect.a018200.

⁴⁶¹ Srov. eds. Massimo Pigliucci a Gerd B. Müller, *Evolution, the Extended Synthesis*, Cambridge MA: The MIT Press (2010).

V českém prostředí byla Darwinova evoluční teorie přijata v podstatě kladně, podle J. Janka v důsledku přítomnosti evolucionismu v místní přírodní filozofii.⁴⁶² Se samotným Darwinem se z českých myslitelů setkal např. filosof Josef Durdík (1837-1902).⁴⁶³ Darwinova teorie rychle pronikla do biologie jako takové a vyrovnávala se s ní většina badatelů.⁴⁶⁴ Vědci starší generace, jako např. Jan Evangelista Purkyně (1787-1869), byli zdrženlivější, mladší přírodovědci z generace předchůdců B. Němce vítali Darwinovu teorii s nadšením.⁴⁶⁵ Klasická Darwinova kniha *O původu druhů* však česky vyšla až v roce 1914.⁴⁶⁶ Na přelomu staletí byla evoluce součástí myšlení většiny významných českých biologů. Na počátku 20. století probíhaly i v české vědě diskuze mezi neodarwinisty a neolamarckisty, ale později došlo k plnému přijetí neodarwinismu.⁴⁶⁷ Někteří se nebáli vlastního teoretického rozvoje evolučního myšlení - tak např. Velenovský psal o vesmírné evoluci.⁴⁶⁸

⁴⁶² J. Janko, „Darwinovo místo ve vývoji biologie a český evolucionismus“, *Časopis národního muzea, řada přírodovědecká* 152 (1983). s. 70.

⁴⁶³ Více k setkání viz Tomáš Hermann, „Vy jste Darwin! Yes, I am Darwin“, *Dějiny a současnost* (2009), č. 2, s. 36-39.

⁴⁶⁴ Tomáš Hermann a Michal Šimůnek, „Between Science and Ideology: The Reception of Darwin and Darwinism in the Czech Lands, 1859–1959“, *The Reception of Charles Darwin in Europe Volume II*, eds. Eve-Marie Engels a Thomas F. Glick (2008), s. 199-312.

⁴⁶⁵ Srov. Božena Matoušková, „The Beginnings of Darwinism in Bohemia“, *Folia Biologica* 5 (1959), s. 169–85.

⁴⁶⁶ Ch. Darwin, *O vzniku druhů přirozeným výběrem čili zachováváním vhodných odrůd v boji o život*, překl. František Klapálek (1914), Praha: J. L. Kober.

⁴⁶⁷ Tomáš Hermann a Michal Šimůnek, „Discussion of Evolution between Neo-Lamarckism and Neo-Darwinism in the Czech Land“, *Teorie vědy* 32 (2010), č. 3, s. 283-300; Tíž, „Between Science and Ideology: The Reception of Darwin and Darwinism in the Czech Lands, 1859–1959“, s. 206-208.

⁴⁶⁸ Josef Velenovský, Josef, *Přírodní filosofie. Díl I (Přírodnický)*, Praha: J. Velenovský (1921); Tíž, *Přírodní filosofie. Díl II (Kulturní)*, Praha: J. Velenovský (1922). Více k Velenovského filosofickému dílu viz. Sofie Kaiprová, *Botanika v Čechách na přelomu 19. a 20. století: teoretické aspekty díla Josefa Velenovského*, Univerzita Karlova: bakalářská práce (2018), dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/196711/>.

6.1. Vzpomínky B. Němce na přijetí darwinismu v českém vědeckém prostředí

Bohumil Němec se setkal s myšlenkou evoluce již během svého studia na gymnasiu v Novém Bydžově, konkrétně v popularizační brožuře *O čem učí Darwin* od F. S. Kodyma (1811-1884), v níž našel vysvětlení „boje o život“, který v přírodě sám pozoroval:

„Zajímalo mne, jak ubývá bezbranných ryb a jak nakonec zbylo hejno okounů a několik štik. Štiky nemohly na okouny a okouni na štiky. Tento boj o život, v němž zbyli nakonec nejsilnější, často jsem sledoval [...] Doma jsem našel malou brožuru Kodymovu *Čemu učí Darwin* a z té jsem poznal vývojovou nauku, v které Darwin tak veliký význam připisuje boji o život. Velice jsem se nadchl pro vývojovou nauku, sháněl jsem knihy, v nichž bych se o ní poučil, sbíral pozorování v přírodě a výsledek jsem sepsal v malém pojednání o vývoji říše rostlinné. Bylo naivně prostoduché, vždyť jsem neměl téměř žádných pomůcek a bylo mi šestnáct let.“⁴⁶⁹

K následnému studiu evoluční teorie na univerzitě psal Němec ve svých *Vzpomínkách*:

„Descendenční teorii jsem studoval z Darwinových spisů přeložených do němčiny Carusem, Vznik druhů a Původ člověka měl jsem z Reklamky. Protagonistou darwinismu byl stále ještě E. Haeckel, z jehož četných, zčásti agitačních spisů byla cenná *Generelle Morphologie*, jakási realizace fylogenie. Populárnější byla jeho *Anthropogenie*, která r. 1910 vyšla už v šestém vydání.“⁴⁷⁰

O nástupu evoluční teorie a genetiky v biologii psal:

„Darwinismus byl přijat zpočátku téměř všem s nadšením. V devadesátých letech počala pronikat skepse o průkaznosti celé teorie, o výkonnosti přirozeného výběru a o ceně fylogenie z obecného hlediska. Je zajímavé, že jedním z předních zastánců tohoto stanoviska byl Plate, profesor fylogenie

⁴⁶⁹ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 127-128.

⁴⁷⁰ Tamtéž, s. 240-241.

na univerzitě v Jeně, která byla také Haeckelovým působištěm. R. 1889 vyšel spis Galtonův *Natural inheritance*, své doby vysoko ceněný. Jeho význam však klesl působením mendelismu. Prof. A. Mrázek mne upozornil na spisy Lotzeovy, v nichž všeobecnou fyziologii a psychologii považují za nejcennější. Je v nich málo metafyziky, které věnoval později důkladný spis, a jsou aspoň místy zřetelně mechanistické. Nehledě k jeho snaze usmířit idealismus s mechanismem, byly jmenované jeho spisy obsahem svým opravdu pokrokové.⁴⁷¹

Reflekoval i přijetí darwinismu v českém prostředí a relevantní publikace k tématu:

„O darwinismu vyšel první seriózní český článek, pokud vím, v revui Cech (1864), potom populární brožura O. Kodyma *Čemu učí Darwin*. R. 1884 vyšla kniha Nageliho *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, která zapůsobila svým vitalistickým stanoviskem v evoluci, přestože Nägeli se považoval za mechanistu, na Čelakovského, a tak se v jeho knize *Rozpravy o Darwinově teorii*, ve které shrnul svoje porůznu vyšlé články, jeví zřejmý vliv Nägeliho. Masaryk se snažil, abychom měli v češtině aspoň překlad nějaké knihy o Darwinovi, a nakladatelství Bursík a Kohout přimělo prof. A. Mrázka, aby přeložil Romanesovu knihu *Darwin a po Darwinovi*. Byla to v celku diskuze s kritikou Darwinových názorů, velmi cenná pro Angličany, kteří měli o evoluci mnoho spisů, ale u nás býval by vhodnější nějaký spis přehledný. Prof. Mrázek později napsal samostatnou knihu o vývojové nauce pro *Sbírku přednášek a rozprav*.⁴⁷²

Popsal roli evoluční teorie ve vědecké činnosti L. J. Čelakovského (1834-1902):

„Zažil publikaci klasického díla Darwinova o vzniku druhů (r. 1859) a stal se přesvědčeným evolucionistou. Byl jedním z prvních, kdo učinili evoluci základem srovnávací morfologie a opustil tím idealistickou bázi, kterou jí dával směr Al. Brauna.⁴⁷³ „Přívržencem teorie evoluční stal se záhy po

⁴⁷¹ Tamtéž, s. 241.

⁴⁷² Tamtéž, s. 241.

⁴⁷³ Tamtéž, s. 175.

vydání hlavního díla Darwinova, ač na speciální některé výklady tohoto přírodopytce pohlížel skepticky a kriticky. Jsa ve svých filozofických názorech blížek idealismu, shodoval se v celkovém ponětí evoluce s Nägelim a zůstal svým názorům věren i v posledních letech, kdy fylogenetická metoda od některých pokládána za pochybenou metodu morfologickou a v otázkách evolučních vzbuzeny živé boje.⁴⁷⁴ „L. J. Čelakovský evolucionistou, ale současně idealistickým morfologem, který v sobě spojoval idealismus Alexandra Brauna a evolucionismus své doby.“⁴⁷⁵

Oceňoval dále školu srovnávací anatomie F. Vejvodského, že prý „byla založena na evoluční teorii.“⁴⁷⁶ V článku o vzniku druhů v časopisu *Vesmír* z roku 1936 B. Němec vzpomínal:

„Když jsem před 45 lety přišel na Pražskou universitu, byla evoluční teorie na vrcholu svého úspěchu. Nikdo téměř nepochyboval o její pravdivosti a když se zdálo, že nějaký zjev je vyložen vývojově, mělo se za to, že je vysvětlen [...] Několik kacířů, kteří se dívali na vývojovou teorii jako na jednu z několika možných domněnek, ale naprosto nedokázanou a nedokazatelnou, mizelo mezi množství věřících vyznavačů evoluce“⁴⁷⁷

6.2. Úvahy B. Němce o evoluci a dědičnosti

B. Němec nikdy nevytvořil vlastní ucelenou evoluční teorii, ani se evolucí jako takovou příliš ve svých studiích nezabýval, tvořila však důležitou součást jeho pohledu na příčiny a zákonitosti přírodních jevů. O evoluční teorii navíc uvažoval v mnoha popularizačních publikacích.

V popularisačním článku v *Živě* z roku 1902 hodnotil B. Němec nálezy H. de Vriese ohledně role mutací ve vývoji nových druhů:

⁴⁷⁴ Tamtéž, s. 176.

⁴⁷⁵ Tamtéž, s. 204.

⁴⁷⁶ Tamtéž, s. 136.

⁴⁷⁷ B. Němec, „Kosmické paprsky a vznik druhů“, *Vesmír* 14 (1936), s. 139-140, cit. s. 139.

„A tak de Vries výsledky získané na jedné O. Lamarckiana zevšeobecňuje, čehož výsledkem může být ovšem pouze vratká hypotéza. Třeba však přiznati, že hypotéza ta podává pravdě nejpodobnější výklad o původu t. zv. druhů elementárních.“⁴⁷⁸

Je tedy vůči novince ostražitý, ale oceňuje na Vriesových nálezech např. to, že hypotézy autor staví až při interpretaci provedených pokusů:

„Přes to, že de Vriesova theorie o mutaci a mutačních periodách není definitivním rozřešením otázky, jak druhy vznikají, znamená práce jeho veliký pokrok aspoň v ohledu methodické: ukazuje, že třeba experimentovati a pozorovati, aby theoretisování nabylo širokého, pevného základu.“⁴⁷⁹

Když v dalším roce Němec referoval na stránkách *Živy* o diskuzích obklopujících neolamarckismus:

„Je vskutku potěšitelno, že při výkladu descendenčních otázek mizí jednostrannost, jež se snaží všechny zjevy dle jednoho schematu vyložiti a že zavládá spíš liberálnost, jež chce všechna fakta respektovati a všechny možné výklady v úvahu bráti. Tak přišel tedy lamarckismus na řadu.“⁴⁸⁰

Vůči neolamarckistickým myšlenkám však zůstal velmi skeptický, především z důvodu nemožnosti provedení pokusů ukazujících trvalé zachování zděděných vlastností pod vlivem neustálého působení vnějších vlivů vyvolávajících tlak k tomuto zachování potřebný; v závěru uvedl, že právě „z tohoto důvodu zůstane lamarckismus hypotézou, kterou nebude možno dokázati ani vyvrátiti.“⁴⁸¹ Navíc podle Němce „lze pochybovati, že by se jí dala většina descendenčních otázek rozřešiti.“⁴⁸² Vyčítal lamarckismu i neschopnost vysvětlení neúčelných znaků.⁴⁸³

⁴⁷⁸ B. Němec, „Mutace a mutační periody při vývoji druhů“, *Živa* 12 (1902), č. 3, s. 65-67, cit. s. 67.

⁴⁷⁹ Tamtéž, s. 67.

⁴⁸⁰ B. Němec, „Neolamarckismus“, *Živa* 13 (1903), č. 5, s. 129-131, cit. s. 131.

⁴⁸¹ Tamtéž, s. 131.

⁴⁸² Tamtéž.

⁴⁸³ Tamtéž.

Na neúčelnou variabilitu organismů i jinde kladl velký důraz, obzvláště ve spojení s využitím takových neúčelných, na první pohled škodlivých, znaků člověkem⁴⁸⁴. Považoval ji navíc za důležitou „pro výklad původu účelnosti v přírodě.“⁴⁸⁵

V roce 1906 se B. Němec opět na stránkách *Živy* vyjádřil k otázce dědičnosti získaných vlastností.⁴⁸⁶ Psal, že „všecky dosavadní případy uváděné jako příklady dědičnosti získaných vlastnosti dají se vyložiti jako takové pozvolné vyznívání vlivu nějakého zevního činitele, jako dozvuk podráždění“⁴⁸⁷. Inspirován výzkumem polského zoologa Ludwika Sitowskiho (1888-1947), který o rok dříve provedl pokusy s housenkami molu, které byly uměle nabarveny, a zachovaly toto zbarvení i po proměně na dospělce, a do konce i v další generaci,⁴⁸⁸ Němec uvažoval:

„Bylo by zcela dobře myslitelné, že vlivem zevního popudu vzniká v organismu nějaká látka, jež má určité fyziologické následky. Látka ta může býti nějakou protilátkou ve své působnosti již během individuálního života anulována, ale nemusí tomu tak vždy býti. Pak látka taková může přijíti do zárodečných buněk a přejíti tak do nové generace, v jejichž individuích znova účinek projevíti může. Není-li bez vlivu zevního původního popudu stále znova vytvořována, ubývá stálým rozdělováním jí na zárodečné buňky jejího množství, až klesne pod práh působnosti, čímž vyzní dozvuk onoho dráždění. Kdyby však látka ta se regenerovala, takže by jí během postupu generací neubývalo, stal by se následek původního popudu trvale přenosným z pokolení na pokolení, neslábl by, stal by se skutečně dědičným. Ale takový případ není dosud vůbec znám.“⁴⁸⁹

⁴⁸⁴ Srov. B. Němec, *Duše rostlin*, s. ; B. Němec, „Neúčelná variabilita“, *Živa* 15 (1905), č. 3, s. 85-86

⁴⁸⁵ Tamtéž, s. 86.

⁴⁸⁶ B. Němec, „Dědičnost získaných vlastností“, *Živa* 16 (1906), č. 5, s. 147-149.

⁴⁸⁷ Tamtéž, s. 148.

⁴⁸⁸ Srov. M. Ludwik Sitowski, „Sprostrzezenia biologiczne nad molowcami“, *Bulletin International de L'Académie des Sciences de Cracovie. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles* (1905), č. 7., s. 532-548.

⁴⁸⁹ B. Němec, „Dědičnost získaných vlastností“, s. 149.

Koneckonců i Sitowski psal „přece musíme poznamenati, že v našem případě o dědičnosti získaných vlastností, jež bychom mohli druhovým vlastnostem na roveň postavit, nelze mluvit.“⁴⁹⁰

Evolucí druhů a dědičností se B. Němec též zabýval v rámci primárně ekologicky zaměřených přednášek *Vztahy rostlin k vnějšímu světu*⁴⁹¹. V závěru páté kapitoly se nachází i autorova úvaha o trvalých dědičných proměnách organismů:

„Fakta o proměnlivosti druhů ukazují, že trvale dědičné proměny bezpečně vznikají bez účelných vztahů ku prostředí. Teprve přírodní výběr by způsobil, že by z nových forem zbyly formy, jež by jevily znaky prospěšné, vyhynuly by formy, jež by se vyznačovaly znaky škodlivými. Vedle toho by ovšem mohly býti zachovány u forem výhodně organisovaných některé bezvýznamné, ale nikoli škodlivé znaky. Je však otázka, zdali taková proměnlivost je všeobecněji rozšířena (aspoň v určitých obdobích), a zdali nevznikají trvale dědičné nové vlastnosti ještě jiným způsobem.“⁴⁹²

V příspěvku ke stoletému výročí narození Ch. Darwina uvažoval B. Němec i o současném stavu evoluční teorie a zejména Darwinismu:

„Snad by se mohlo říci, že Darwinovy názory o pozvolných přeměnách jsou vyvráceny mutační teorií. Ale tomu tak není. Předně Darwin již mutace znal. Za druhé nejsou mutace ve většině případů nikterak příliš veliké, t. j. rozdíl mezi typickou a mutační formou není nikterak vždy příliš nápadný.“⁴⁹³

Psal dále, že „theorie evoluční zůstane vždy teorií, neboť nelze ji dokázat“, avšak i přesto nabízela podle něj nejlepší, nejjasnější a především nejjednodušší vysvětlení pro „rozmanitost a spolu podobnost organismů“ a umožňovala výklad „vztahů mezi

⁴⁹⁰ M. L. Sitowski, „Sprostrzeżenia biologiczne nad molowcami“, s. 547 podle B. Němec, „Dědičnost získaných vlastností“, s. 149.

⁴⁹¹ B. Němec, *Vztahy rostlin k vnějšímu světu*, Praha: J. Otto (1907), s. 148-183

⁴⁹² Tamtéž, s. 183.

⁴⁹³ B. Němec, „Darwinova činnost přírodovědecká“, *Živa* (1909), s. 100.

nynějším světem organickým a mezi organismy uplynulých dob geologických.“⁴⁹⁴ Řešil však i otázky, které podle jeho názoru Darwinova teorie uchopila zle:

„Darwin přírodnímu výběru připisoval i jakýsi aktivní vliv na variabilitu, kdežto je jisto, že působí pouze jako síto, na němž materiál daný rozdělí se v méně cenný a více cenný. V boji o existenci zvítězí, přežije-li vskutku nejzdatnější jedinec. Ale jak možno spojit toto přežití s následujícími změnami organismu, nelze pochopiti. Přírodní výběr předpokládá k výběru daný materiál, on sám nemůže nijakým způsobem přímo na proměnlivost organismů působiti.“⁴⁹⁵

Dodal, že v důsledku uvedených potíží „přirozený výběr v našich dnešních názorech z prvořadého faktoru vývojového klesl na stupeň faktoru nižšího a vedlejšího.“⁴⁹⁶

V závěru knihy *O původu a vývoji života* umístil B. Němec De Vriesovu teorii na stejnou úroveň jako Lamarckovu a Darwinovu a dodal, že:

„Nelze určitě odpovědět na otázku, která domněnka je správná. Snad se ani *nedál vývoj života na naší zemi jednotným způsobem a jediným směrem* [...] Je tedy dobře možno, že každá z narýsovaných teorií obsahuje část *pravdy*“⁴⁹⁷

V popularisační knize věnované vývoji rostlin psal B. Němec, že „Mendelismus způsobil vývojovým teoriím opravdovou krizi, největší jakou dosud prožily.“ U příležitosti sta let od narození G. Mendela psal Němec mimo jiné o propojení Mendelových zákonů a Darwinovou evoluční teorií - „v té hlavní úlohu hraje proměnlivost potomstva určitých rodičů z různých příčin a v různých směrech, náhodná a nezákonná. Mendelovské výzkumy ukazují, že je to především bastardace, která v přírodě je trvalým zdrojem stále nových forem živých bytostí.“⁴⁹⁸

V článku z roku 1925, kterým reagoval na proces s americkým učitelem souzeným za vyučování evoluční teorie na střední škole, zdůrazňoval Němec slučitelnost evoluce s

⁴⁹⁴ Tamtéž, s. 101.

⁴⁹⁵ Tamtéž.

⁴⁹⁶ Tamtéž, s. 102.

⁴⁹⁷ B. Němec, *O původu a vývoji života*, Praha: Nákladem Jos. R. Vilímka (1913), s 35-36.

⁴⁹⁸ B. Němec, „Gregor J. Mendel“, *Lidové noviny* 30 (1922), č. 362, s. 1.

biblickým učením a odkazoval na Aurelia Augustina a další církevní otce.⁴⁹⁹ O styčných bodech biblického stvoření a darwinismu dále uvažoval v článku pro *Přírodní vědy ve škole* v roce 1959.⁵⁰⁰

V článku o Darwinismu z roku 1932 znovu poukázal B. Němec na nesprávnost tvrzení o tom, že je darwinismus již přežitkem. Skládá se podle něj toto učení z několika teorií, a je stále živé v představě „nestálosti a vývoji druhů jejich přeměnou“, která se stala takřka článkem víry přírodovědců.⁵⁰¹

6.3. Výzkum B. Němce na poli evoluce a genetiky

6.3.1. Evoluční otázky

Již v prvních studiích vydaných B. Němcem se dají najít otázky související s evolucí - v článku věnovanému ektoparazitům vybraných druhů suchozemských stejnonožců (*Oniscidea*) na základě přítomnosti sledovaných parazitů vytváří hypotézy o fylogenetických vztazích hostitelských druhů:

„[...] Ligidium stojí vodním formám, od nichž Oniscidi pocházejí, nejbliže [...] Tento názor dobře je podporován nálezem cizopasníků na Ligidiu, jež jistě zůstali na něm jako zbytek těch, které hostilo jako forma vodní. Na ostatních mnou zkoumaných Isopodech marně jsem po tomto zjevu pátral. Vidíme také, že toto vystěhování se z vody u Ligidia netrvá příliš dlouho.“⁵⁰²

Dále toto téma rozvedl ve *Studiích o Isopodech*:

„Isopodi, vlastně Oniscodi, představují skupinu velmi aberrantní, netypickou. Oproti ostatním příslušníkům staré skupiny Malacostrac představují zvláštní samostatnou větev. Podivuhodné tedy je, že se na základě ne dosti prozkoumaných (na př. embryologických) fakt, jevících se u Isopod, staví

⁴⁹⁹ Srov. B. Němec, „Proces proti evoluční teorii“, *Vesmír* 3 (1925), s. 10-11.

⁵⁰⁰ Srov. B. Němec, „Darwin a stvoření“, *Přírodní vědy ve škole* 9 (1959), s. 11-17.

⁵⁰¹ B. Němec, „Darwin a darwinismus“, *Vesmír* 11 (1932), s. 33-35, cit. 35.

⁵⁰² B. Němec, „O ectoparasitech Ligidia“, *Věstník Královské České společnosti Nauk. II. třída* (1895), č. 32, s. 1-13.

dalekosáhlá theorie o postavení korýšů mezi Arthropody vůbec. Je to sice originelní, ale sotva správné považovat Isopody za příslušníky primitivních, původních korýšů. Detailnější práce embryologické zajisté potvrdí názor můj, ovšem také jinde již vyslovený, že Isopodi jsou skupina ne-li redukovaná, tedy aspoň od primitivnosti nějaké velice vzdálená.⁵⁰³

Současné práce umísťují stejnonožce (*Isopoda*) do skupiny rakovců, kteří zauímají poměrně odvozené místo v rámci korýšů (*Tetraconata*), ovšem postavení stejnonožců v rámci rakovců se často mění.⁵⁰⁴ V poslední době se umísťují spíše na bázi spolu se zbytkem váčkovníků (*Peracarida*).⁵⁰⁵ Postavení Ligidia a proces přechodu Isopodů na souš se zdá dodnes být nedořešenou otázkou.⁵⁰⁶

Dále se zaobíral otázkou evoluce „temnostní zvířeny“, řešil např. absenci zrakových orgánů i zrakového ganglia u berušky mravenčí (*Platyarthrus hoffmannseggii*).⁵⁰⁷ V další studii uvažoval, „že některé formy temnostní zvířeny mohly nabýti svého charakteru jednak následkem vrozené variability v určitém směru, jednak vlivem vnějších podmínek, jež v prostorách podzemních na zvířata působí. K prvním znakům patří na př. redukce očí, ke druhým nedostatek pigmentů.“⁵⁰⁸

V roce 1901 vydal B. Němec studii, v níž se zabýval fylogenezí mnohonožek (*Diplopoda*). Podle něj jsou taxony mnohonožek s menším a stálým počtem tělních segmentů

⁵⁰³ B. Němec, „Studie o Isopodech“, s. 26

⁵⁰⁴ Srov. Gonzalo Giribet a Gregory D. Edgecombe, „The Phylogeny and Evolutionary History of Arthropods“, *Current Biology* 29 (2019), č. 12, s. R592-R602.

⁵⁰⁵ Srov. Martin Schwentner, Stefan Richter, D. Christopher Rogers a G. Giribet, „Tetraconatan phylogeny with special focus on Malacostraca and Branchiopoda: highlighting the strength of taxon-specific matrices in phylogenomics“, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285 (2018), s. 1-10, doi:10.1098/rspb.2018.1524.

⁵⁰⁶ Srov. Andreas C. Dimitriou, Stefano Taiti a Spyros Sfenthourakis, „Genetic evidence against monophyly of Oniscidea implies a need to revise scenarios for the origin of terrestrial isopods“, *Scientific Reports* 9 (2019), č. 18508, s. 1-10, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55071-4>.

⁵⁰⁷ B. Němec, „Studie o Isopodech“, s. 11-12.

⁵⁰⁸ B. Němec, „Ueber einige Arthropoden der Umgebung von Triest“, *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 47 (1897), s. 58-64; citace podle B. Němec, „O charakterech temnostní zvířeny“, *Živa* 8 (1898), č. 3, s. 78.

odvozenější než ty s větším a vznikly z posledních nástupem pohlavní dospělosti v dřívější fázi anamorfózy.⁵⁰⁹

V pozdějších pracích se již evoluční teorie nachází v pozadí, je však nutné zmínit, že Němcovy regenerační pokusy provedené na rostlinách vycházejí ze zájmu o otázku účelnosti v přírodě.⁵¹⁰ V rozsáhlé publikaci *Studie über die Regeneartion* (Studie o regeneraci) z roku 1905 uvádí tak, že „se nedá předpokládat primární, za všech podmínek všeobecně platná účelnost“ a že účelnost se projevuje jen za určitých podmínek.⁵¹¹ Zdůraznil navíc, že „Darwinismus sensu stricto je stále hypotézou vyžadující nejméně předpokladů, a tedy i nejjednodušší.“⁵¹²

6.3.2. Němcův výzkum karyokineze a dědičnosti

Ve druhé části výše zmíněné studie o Isopodech se B. Němec zamýšlel se nad tím, zda je původnějším typem dělení mitóza nebo amitóza:

„Otázka, který způsob dělení je primerní, zda karyokinetický či amitotický, nebude rozluštěna stanovením významu dělení přímého u Metazoi. Buňky zde již znám ve svých biologických poměrech se liší od buněk, ku př. organismů jednobuněčných. Ačkoli zde v poslední době konstatována skoro všude mitosa, [...] nemusí tato přece býti primerní [...] Snad bude třeba pátrati po nějaké původní jednodušší formě dělení mitotického. V té příčině mnoho slibují houby (rostliny), jejichž jádra zvláště jednoduchou stavbou vynikají.“⁵¹³

Mitotickým a amitotickým dělením buněk se zabýval v několika dalších studiích, a to téměř okamžitě poté, co přesunul svou pozornost na rostliny. Aplikoval na rostlinné buňky

⁵⁰⁹ B. Němec, „Zur Phylogenie einiger Diplopodenfamilien“, *Zoologischer Anzeiger* 24 (1901), s. 201-206.

⁵¹⁰ J. Janko, *Vznik experimentální biologie v Čechách (1882-1918)*, Praha: Academia (1982), s. 40.

⁵¹¹ „Eine primare, allgemein gültige Zweckmässigkeit unter allen Bedingungen lässt sich [...] nicht annehmen.“, B. Němec, *Studien über die Regeneration*, Berlin: Verlag von Gebrüder Borntraeger (1905), s. 324.

⁵¹² „Der Darwinismus s. str. immer noch jene Hypothese zu sein, welche die wenigsten Voraussetzungen zu machen genötigt ist, daher am einfachsten ist“, tamtéž, s. 325.

⁵¹³ B. Němec, „Studie o Isopodech II.“ (1896), s. 33.

cytologické metody, jimž se naučil během působení na zoologickém ústavu F. Vejdovského, avšak postupně přešel od pozorování, povětšinou prováděného Vejdovským, k výzkumu experimentálnímu⁵¹⁴.

Dříve, v roce 1887 objevil F. Vejdovský v živočišných buňkách organelu, kterou nazval periplast.⁵¹⁵ V témž roce objevil stejnou strukturu T. Boveri a pojmenoval ji centrosom.⁵¹⁶ Přesněji řečeno oba autoři popsali funkci již dlouho pozorované struktury, kterou do té doby nikdo nedokázal uchopit.⁵¹⁷ ⁵¹⁸ Nakonec se prosadilo označení zavedené Boverim. B. Němec v roce 1898 v rámci studie shrnující vlastní cytologická pozorování zmínil, že „Vejdovským popsany periplast v určité době svého vývoje úplně totožnou má podobu ba i strukturu“ jako struktury obalující jádro v rostlinných buňkách.⁵¹⁹ Ukazovalo se, že dokonce i v živočišných buňkách karyokineze může probíhat i v nepřítomnosti centrosomů, ale přesvědčen o funkční významnosti centrosomů psal Němec, že v takových případech je funkčním analogem buněčné jádro.⁵²⁰

Po formulaci chromosomové teorie dědičnosti zabýval se B. Němec ve svých cytologických studiích i otázkami dědičných vlastností chromozomů. V článku o významu počtu chromozomů ukázal, že zdvojnásobení počtu chromozomů v buňce není

⁵¹⁴ Srov. J. Janko, „Vědecké dílo Bohumila Němce“, s. 64-65.

⁵¹⁵ F. Vejdovský, *Zraní, oplození a rýhování vajíčka*, Praha: Nákladem jubilejního fondu král. české společnosti nauk (1887), s.43.

⁵¹⁶ T. Boveri, „Ueber den Antheil des Spermatozoon an der Teilung des Eies“, *Sitzungsberichte der Gesellschaft fuer Morphologie und Physiologie in Muenchen* 3 (1887), s. 151–164.

⁵¹⁷ F. Vejdovský, „Nynější stav otázky oplození vajíčka a kinetického dělení buněčného“, *Věstník královské České Společnosti Náuk. Třída Mathematicko-Přírodovědecká* (1897), č. 2, s. 1-17.

⁵¹⁸ Často se jako objevitel uvádí belgický embryolog Édouard van Beneden (1856-1910), který ve studii věnované sépiovkám (*Dicymida*) pozoroval struktury podobné centrosomům, srov. Van Beneden, 1875 – 6. Recherches sur les Dicymides, survivant actuels dlun embranchement des Msozoaires. *Bulletins de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique* 2me sr. 41:1160–1205; 42:35–97.

⁵¹⁹ B. Němec, „Cytologická pozorování na vegetačních vrcholech rostlin“, *Věstník Královské České Společnosti Nauk, třída II.* (1897), č. 33, s. 1-26, cit. s. 11.

⁵²⁰ Srov. B. Němec, „Ueber das Centrosoma der tierischen Zellen und die homodynamen Organe bei den Pflanzen“, *Anatomischer Anzeiger* 16 (1898), s. 569-580, zejména 576.

rovnocenné spojení jader při oplození.⁵²¹ Uvažoval o tom, že by tedy kromě chromozomů hrály jistou roli celkově jádro a i cytoplazma.⁵²²

Ve studii z roku 1909 popsal pokusy s umístěním rostlinných orgánů či jejich částí do vody a do vybraných roztoků, které následně zahříval.⁵²³ Skutečnost, že se chromozomy v takhle extrémních podmínkách začaly rozpadat, zatímco klidová jádra udržela svou stabilitu, vedla Němce k závěru, že „z hlediska dědičnosti se jádro [a jeho význam] přeceňuje.“⁵²⁴ O chromatinu dále dodal, že „stěží může být stabilní idioplasmou, poněvadž podléhá mnohem hlubším chemickým proměnám, než jaké detekujeme v cytoplasmě.“⁵²⁵ Tyto závěry Němec potvrdil v o rok později vydané rozsáhlé knize věnované cytologickým otázkám průběhu oplození a na základě všech (nejen) svých vykonaných nálezů zdůraznil potřebu přisouzení cytoplasmě roli v přenosu dědičných vlastností, kterou doplňuje funkci v té době jednostranně vyzdvihovaného jádra; oproti předcházející studii tu přiznal podíl na dědičnosti i chromozomům⁵²⁶.

6.3.3. Nové cytologické a genetické pojmy zavedené B. Němcem

Ve výše citované *Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen* (Problém průběhu zúrodnění a další cytologické otázky) B. Němec zavádí několik nových pojmů. Konkrétně se jedná o didiploid, tetraploid, oktoploid, tetratriploid, oktotriploid, a syntriploid. Ve svém názvosloví vycházel z terminologického rámce nastíněného E.

⁵²¹ B. Němec, „Experimentální studie o významu počtu chromosomů“, *Rozpravy České akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění. Třída II, Mathematicko-přírodnická* 15 (1906), č. 17, s. 1-9.

⁵²² Tamtéž, s. 9.

⁵²³ B. Němec, „Zur Mikrochemie der Chromosomen“, *Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 27 (1909), s. 43-47.

⁵²⁴ “[...] der Kern in bezug auf die Erblichkeit überschätzt wird“, tamtéž, s. 46.

⁵²⁵ „Es ist kaum geeignet ein stabiles Idioplasma zu sein, da es viel tiefere chemische Umwandlungen erfährt, als sich im Cytoplasma selbst nachweisen lassen“, tamtéž, s. 46.

⁵²⁶ B. Němec, *Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen*, Berlín: Gebrüder Borntraeger (1910), s. 9, 299, 392.

Strasburgerem v roce 1905.⁵²⁷ Tento badatel navíc jen několik měsíců před vydáním Němcovy knihy vydal stať, v níž popsal triploidy a tetraploidy⁵²⁸. Němec uvedený článek s nejvyšší pravděpodobností před završením knihy nečetl a přišel se stejnými pojmy. I když je prvenství připisováno Strasburgerovi, mnozí badatelé historicky odkazovali právě na knihu B. Němce.⁵²⁹ Dále byl Němcovi připisován pojem tetráda, ovšem o něj se zasloužil McClung již v roce 1900.⁵³⁰ Podobně je to s termínem dyáda, který podle všeho B. Němec v tomto dodnes používaném tvaru skutečně použil jako první, ovšem v McClungově studii ho najdeme, jenom v jiné podobě - diads.⁵³¹

V roce 1930 v Cambridge ve Spojeném království proběhl 5. Mezinárodní botanický kongres. B. Němec na něm podal zprávu o mixoploidii u rostlin, v níž zároveň termín mixoploidie definoval:

„Mnohé rostliny za normálních podmínek obsahují jak diploidní, tak polyploidní buňky. Je snadné experimentálně získat rostliny obsahující různé množství polyploidních buněk.“⁵³² „Takovou směs buněk obsahujících diploidní a polyploidní buňky budu označovat za mixoploidní rostliny.“⁵³³

Mixoploidii pozoroval již dříve při výzkumu abnormálního dělení jader, kde podobný jev označil za patologický. Později vzpomínal „[...] se mi podařilo nalézt kořen cibule s

⁵²⁷ Podle Emilio Battaglia, „Caryoneme alternative to chromosome and a new caryological nomenclature“, *Caryologia. Supplement n. 1* 62 (2009), č. 4., s. 1-80.

⁵²⁸ Srov. E. Strasburger, „“ (1910)

⁵²⁹ Srov. např. C. D. Darlington, *Recent Advances in Cytology* 2ed, Londýn: Churchill (1937), s. ; R. Rieger, A. Michaelis a M. M. Green, *Glossary of Genetics: Classical and Molecular* 5ed, Berlín-Heidelberg-York: Springer-Verlag (1991), s. 476, 495,.

⁵³⁰ Tamtéž, s. 475 ; C. E. McClung, „The Spermatocyte Divisions Of The Acrididae“, *Kansas University Quarterly* 9 (1900), č. 1, s. 73-107, cit. 74.

⁵³¹ Tamtéž, s. 76.

⁵³² „Many plants contain under normal conditions both diploid and polyploid cells. It is easy to get experimentally plants containing a varying number of polyploid cells“, B. Němec, „Mixoploidy and the Cellular Theory“, *Fifth Botanical Congress: Abstracts of Communications*, Cambridge: Cambridge University Press (1930), s. 144-145, cit. s. 144.

⁵³³ „I shall designate denote such a mixture of cells containing diploid and polyploid cells as a mixoploids plan[t]s“, B. Němec, „Mixoploidy and the cellular theory / Přednáška na 5. mezinárodním botanickém sjezdu v Cambridge r. 1930“, Archiv AV ČR fond Bohumil Němec karta 39, inv. sig. III b), č. 1657 (1930), s. 1.

polyploidním pruhem buněk, první to případ mixoploidního orgánu.⁵³⁴ Mnozí badatelé mylně uvádějí jako zdroj pojmu mixoploidie Němcovu knihu o zúrodnění z roku 1910.⁵³⁵ Ve skutečnosti Němec pojem mixoploidie opravdu zavedl dřív, avšak pouze o dva roky. Přednášku shodnou s tou v Cambridge totiž měl na *VI. sjezdu československých přírodopytců, lékařů a inženýrů* v roce 1928 v Praze⁵³⁶. Byla ovšem pouze česky a v zahraničí ji tak nikdo nezaznamenal.

V Němcových *Vzpomínkách* najdeme poznámku, že prý „název [mixoploidie] se pomalu vžívá, ač ho je velmi třeba, aby se odlišily rostliny složené z jednotných buněk od těch, na jejich stavbě se účastní buňky různomocné.“⁵³⁷ Dnes se tento pojem zařadil mezi základní v oboru.

6.3.4. Shrnutí

B. Němec byl značně ovlivněn evoluční teorií, a i když sám na jejím poli de facto nijak nebádal, bedlivě sledoval vývoj diskuzí. Zároveň nepřestával zdůrazňovat význam Darwinova přínosu pro evoluční biologii, i pro přírodovědu obecně. Díky svému zaměření na cytologii se genetice naopak věnoval, obzvláště na počátku kariéry, velmi důkladně. G. Mendela Němec obdivoval a jeho přínos ustavičně připomínal, podobně jako ten Darwinův. Svým přístupem ovlivňoval i své žáky, a tak z jeho školy vzešel první český profesor genetiky a významný eugenik Artur Brožek (1882-1934), který mimo jiné v letech 1924-1925 v rámci studijního pobytu v USA pracoval u T. H. Morgana.

⁵³⁴ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 159.

⁵³⁵ R. Rieger, A. Michaelis a M. M. Green, *Glossary of Genetics: Classical and Molecular*, s. 331. Z této práce to přebírají i ostatní, srov. např. M. I. Tsvetova a L. A. Elkonin, „Instability of the ploidy level in autotetraploid sorghum plants from a line with variable male fertility“, *Genetika* 38(2009), č. 5, s. 641-646. Zároveň již ve stejném roce jako první cit. slovník vychází kniha, kde se uvádí správný zdroj *Engineering in Plants: Genetics, Breeding, Evolution*, kde se uvádí správný zdroj P. K. Gupta a T. Tsuchiya (eds.), *Chromosome Engineering in Plants: Genetics, Breeding, Evolution. Part A*, Amsterdam-Oxford-New York-Tokio: Elsevier (1991), s. 22.

⁵³⁶ B. Němec, „Mixoploidní rostliny“, *Věstník VI. sjezdu československých přírodopytců, lékařů a inženýrů: Díl III.* (1928/1929), s. 96-97.

⁵³⁷ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 200.

Jiří Sekerák ve své disertační práci i v příspěvku v *Kolokviu o životě a díle Bohumila Němce* poukázal na to, že podle něj B. Němec anticipoval nástup moderní syntézy⁵³⁸. Takové prohlášení se zdá být nepřesným a přehnaným. Z textů rozebraných v této kapitole vyplývá, že B. Němec měl opatrný přístup ke všem hypotézám vysvětlujícím vývoj a variabilitu v přírodě. Přiznával každé hypoteze patřičnou zásluhu na vysvětlení těchto jevů, ovšem nikdy neprojevil skutečně syntetický přístup, jaký mu J. Sekerák připisuje.

⁵³⁸ Jiří Sekerák, *Problém filosofické interpretace přírodovědného textu: G. J. Mendel*, Disertační práce, Masarykova univerzita: Brno (2007), Dostupné z: <https://theses.cz/id/ad1nfp/>, s. 44-46; Týž, „Bohumil Němec - antipace syntézy“, *Kolokvium o životě a díle Bohumila Němce*, ed. Vlasta Mádlová, (2013), s. 61-63.

7. Rozdělení organismů na dvě skupiny

Traduje se, že Bohumil Němec již na začátku 20. století navrhnul rozdělení živých organismů na dvě říše à la prokaryota a eukaryota. Jan Janko uvádí, že s tímto rozdělením Němec přišel konkrétně v roce 1921.⁵³⁹ Podle všeho se však jedná o chybu způsobenou záměnou dvou různých Němcových prací s podobným názvem - odborného pojednání *Úvod do všeobecné biologie. Anatomie rostlin* vydaného vlastním nákladem v roce 1921 a knihy *Úvod do všeobecné biologie* vydané nakladatelstvím Aventinum v roce 1929 jako první díl populárně naučné série *Rostlinopis*. V té pozdější knize Němec skutečně uvádí, že bychom mohli organismy rozdělit na akaryonta, případně prokaryonta, a karyonta. Píše o tom však několik let po tom, co rozdělení na prokaryota a eukaryota navrhl francouzský protistolog Édouard Chatton (1883-1947).

7.1. Rozdělení organismů

Tradiční rozdělení živé přírody, zachované i zakladatelem přírodovědecké systematiky Carlem Linném, rozlišovalo organismy na dvě říše - živočišnou a rostlinnou. Ernst Haeckel (1834-1919) popsal v roce 1866 třetí říši pro jednobuněčné organismy, které nezapadají ani mezi rostliny ani mezi živočichy. Nazval ji protista a zařadil mezi ně i bezjaderné organismy, které pojmenoval monera. Zároveň přišel i s rozdělením těl organismů na dva typy - Cytodae, z řeckého kútos (κύτος)⁵⁴⁰ a Cellulae⁵⁴¹. Toto rozdělení v roce 1882 zamítl Walther Flemming (1843-1905) a zavedl pojmy založené přímo na tom, zda je v buňce jádro (karyota), či nikoliv (akaryota).⁵⁴² Později v roce 1938

⁵³⁹ „Tak r. 1921 artikuloval Němec rozdíl mezi rostlinami s pravým jádrem, eukaryoty, a těmi, které je neměly vyvinuty, prokaryoty (Němec použil název "akaryota"), což se od té doby stalo všeobecným majetkem biologických věd.“ Jan Janko, „Vědecké dílo Bohumila Němce“ v Bohumil Němec, *Vzpomínky*, eds. J. Janko, Praha: Archiv AV ČR (2002). 63-81; „V r. 1921 navrhl [Němec] dělit organismy na ty s pravým jádrem – Eukaryota – a ty bez jaderných struktur – Akaryota (dnes Prokaryota).“ v J. Janko, „Bohumil Němec (12. 3. 1873–7. 4. 1966)“, *Akademický Bulletin* 17 (2006), č. 4, s. 28.

⁵⁴⁰ česky prázdná nádoba

⁵⁴¹ Ernst Haeckel, *Generelle Morphologie*, Berlín: Druck und Verlag von Georg Reimer (1866), s. 269-275.

⁵⁴² Walther Flemming, *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung*, Lipsko: Verlag von F. C. W. Vogel (1882), 77-78.

přišel americký biolog Herbert Faulkner Copeland (1902-1968) s nápadem vyhradit pro monera vlastní říši.⁵⁴³ Ovšem již dříve, v roce 1925 francouzský protistolog Édouard Chatton vydal systematickou studii o amébě *Pansporella*, v jejímž závěru lze najít fylogenetické stromy dělící organismy na eukaryota (eukaryotes)⁵⁴⁴ a prokaryota (prokaryotes).⁵⁴⁵ Navržené rozdělení se nesetkalo s velkým ohlasem, pravděpodobně kvůli publikaci v tak úzce zaměřeném článku a kvůli absenci diskuze⁵⁴⁶. Později rozdělení na prokaryota a eukaryota ve svých člancích pravidelně uváděl Chattonův žák a spolupracovník André Wolff,⁵⁴⁷ Chatton sám svou systematiku rozpracoval více v práci z roku 1938.⁵⁴⁸ Trvalo to ovšem roky než rozdělení všech organismů na eukaryota a prokaryota proniklo do hlavního proudu biologie⁵⁴⁹.

Dnes se organismy dělí na mnoho nezávislých domén, říší atd. a se zdokonalením metod se každoročně systém významně mění, dichotomie bezjaderných a jaderných organismů však zůstává jedním z jeho stabilních prvků. Většinou se používají výrazy prokaryota a eukaryota, avšak již delší dobu se někteří evoluční protistologové snaží o znovuzavedení pojmenování akaryota pro organismy bez pravého jádra, a to z důvodu,

⁵⁴³ Herbert F. Copeland, „The Kingdoms of Organisms“, *The Quarterly Review of Biology* 13 (1938), č. 4, s. 383-420.

⁵⁴⁴ Z řeckého eu- (εὖ-), ve smyslu „pravý“; eukaryota jako organismy s pravým jádrem.

⁵⁴⁵ Z řeckého pro- (πρό-), česky „před“; prokaryota jako organismy předjaderné. Édouard Chatton, „Pansporella perplexa. Réflexions sur la biologie et la phylogénie des protozoaires“, *Annales des Sciences Naturelles - Zoologie* X. série, sv. VII (1925), č. 1., s. 1-85.

⁵⁴⁶ Pojmy prokaryota a eukaryota nijak neuvádí v textu, najdeme je pouze ve dvou fylogenetických stromech. Srov. E. Chatton, „Pansporella perplexa. Réflexions sur la biologie et la phylogénie des protozoaires“, 76-77.

⁵⁴⁷ André Lwoff, *Recherches Biochimiques sur la Nutrition des Protozoaires. Le Pouvoir de Synthèse*. Paříž: Masson (1932), s.; André Lwoff, „Remarques sur la physiologie compare des protistes eucaryotes. Les leucophytes et l'oxytrophie“, *Archiv für Protistenkunde* 90 (1938), s. 194-204.

⁵⁴⁸ É. Chatton, *Titres et Travaux Scientifiques*, Sète: E. Sottano (1937/1938). Neviděno, existuje jen několik kopií na světě.

⁵⁴⁹ Více k historii rozdělení na prokaryota a eukaryota viz Friedrich Katscher, „The History of the Terms Prokaryotes and Eukaryotes“, *Protist* 155 (2004), č. 2, s. 257-263. doi.org/10.1078/143446104774199637; Jan Sapp, „The Prokaryote-Eukaryote Dichotomy: Meanings and Mythology“, *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 69 (2005), č. 2, s. 292–305. doi.org/10.1128/MMBR.69.2.292-305.2005

že termín prokaryota vychází z předpokladu většího stáří prokaryot a jejich ancestrálního vztahu vůči eukaryotům, což ovšem není zcela jisté.⁵⁵⁰

7.2. Němcův přístup k rozdělení organismů v roce 1929

Němec v knize z roku 1929 nejdříve v kapitole věnované rozdělení organismů uvedl, že:

„Podle struktury mohli bychom především rozdělit živé bytosti na dvě velké skupiny podle toho, zda jejich buňky obsahují jádro typicky rozlišené čili nic. [...] Organismy vyznačující se přítomností typického jádra můžeme shrnout do velké skupiny, kterou označujeme jako karyonta. [...] Do druhé skupiny můžeme počítati organismy, které typického jádra nemají. [...] Tuto skupinu organismů označujeme jako akaryonta.“⁵⁵¹

Dále pak v kapitole o evoluci píše, že podobnost ve stavbě buněk všech karyontů nelze vysvětlit biokrystalizací⁵⁵² a že stvoření odmítá,⁵⁵³ a došel tedy k závěru:

„Nejpravděpodobnější je výklad, že *Karyonta* vznikla vývojem ze společného buněčného předka a proto že mají buněčnou stavbu společnou. *Akaryonta* by mohla představovati jednodušší, ještě bezjaderný vývojový stupeň karyontů a mohli bychom je jakožto předchůdce karyontů nazvati také *Prokaryonta*.“⁵⁵⁴

Používá tedy již termín podobný Chattonově prokaryotům, navíc ve smyslu ryze fylogenetickém. Dalo by se uvažovat, že Němec četl buď Chattonův článek, který však necituje, nebo že se o něm dalo dočíst v obecnějších (nejspíš francouzských) knihách. Na druhou stranu místo eukaryot používá pouze karyonta. V Němcových vzpomínkách se pak dočteme, že názvy karyonta a akaryonta považuje za vlastní, přinejmenším jejich

⁵⁵⁰ Srov. např. David Penny, Lesley J. Collins, Toni K. Daly & Simon J. Cox, „The Relative Ages of Eukaryotes and Akaryotes“, *Journal of Molecular Evolution* 79 (2014), č. 5-6, s. 228-239.

⁵⁵¹ Bohumil Němec, *Úvod do všeobecné biologie*, Praha: Aventinum (1929), s. 79.

⁵⁵² „...to jest doměnkou, že živá hmota z příčin fysikálně-chemických vždycky se organisuje ve způsobě buňky, jako kamenná sůl vždy krystaluje v krychlích.“ B. Němec, *Úvod do všeobecné biologie*, s. 100.

⁵⁵³ „[...] proti kreatismu proneseny byly závažné námitky [...]“ B. Němec, *Úvod do všeobecné biologie*, s. 100.

⁵⁵⁴ B. Němec, *Úvod do všeobecné biologie*, s. 100.

české použití.⁵⁵⁵ Jeví se však jako málo pravděpodobné, že by neznal ani starší termíny zavedené Flemmingem, i když by tato neznalost osvětlovala zavedení v podstatě nadbytečných pojmů místo přijetí Flemmingových karyot a akaryot.

7.3. Němcův přístup k rozdělení organismů v roce 1921

V Němcově studii z roku 1921 ovšem též najdeme úvahy o specifičnosti bezjaderných organismů. Řadí mezi takové organismy pouze sinice (*Cyanophyceae*), jelikož „[...] u některých bakterií nalezena byla v buňkách jádrům obdobná tělíska, třeba ne po všechna jejich vývojová stadia.“⁵⁵⁶ O sinicích píše:

„Rozhodně jsou **Cyanophyceae** organismy ode všech ostatních se lišící nedostatkem typického jádra a nedostatkem typických vakuol [...] Ve srovnání s typickou buňkou rostlinnou opatřenou chloroplasty, jádrem a vakuolami jeví se **Cyanophyceae jednodušeji stavěnými** a k tomu přistupuje též okolnost, že nedovedou vytvářeti pohyblivých brv a bičíků a že se vůbec pohlavně nerozplozují. Také způsobem pohybu se liší ode všech jiných ústrojenců. Tím se odchyľují ode všech ostatních rostlin a ovšem také od živočichů. Ačkoli jeví mnohé vztahy k typickým rostlinám (tuhé blány, chloroplast), liší se od nich nepřítomností jádra a vůbec stavbou protoplastu tak velice, že bychom je mohli považovati za zcela samostatnou říši živých bytostí odchylnou jak od živočichů, tak od rostlin a jejich buňky za podstatně odchylné od buněk typických.“⁵⁵⁷

Není tedy úplně jasné, zda měl na mysli vytvoření nového systému, jak ho později navrhl Chatton. Jako pravděpodobnější se jeví, že navrhoval postavení sinic na úroveň tří již existujících říší - rostlin, živočichů a možná protist. K protistům jako k říši přistupuje

⁵⁵⁵ „Pozdě jsem poznal, že v přírodních vědách často se spojuje zásluha nějakého objevu s osobou toho, kdo pro nějaký poznatek vytvořil nové mezinárodní slovo [...] Přitom jsem poznal, jak těžko se nové termíny vžívají (moje karyonta a akaryonta, mixoploidie, organogeny aj).“ B. Němec, *Vzpomínky*, s. 203.

⁵⁵⁶ Bohumil Němec, *Úvod do všeobecné biologie. Anatomie rostlin*, Praha: Vlastním nákladem (1921), s. 59.

⁵⁵⁷ Tamtéž, s. 59-60.

vesměs kriticky,⁵⁵⁸ což je ale ve shodě i s pozdějším Haeckelovým přístupem - rostliny a zvířata Haeckel v roce 1904 rozdělil na jednobuněčná protista a mnohobuněčná histona. Mezi rostliny by tak patřily mnohobuněčné rostliny (*Metaphyta*), jednobuněčné jaderné rozsivky (*Diatoma*), ale i bezjaderné (monera) sinice,⁵⁵⁹ shrnuté v tabulce na **obr. 3**.

Co se týče dalších Němcových prací z roku 1921, ve *Všeobecné botanice* najdeme víceméně stejnou kapitolu o bezjaderných buňkách jako ve výše rozebraném *Úvodu do všeobecné biologie*.⁵⁶⁰ Dále ve *Fysiologii rostlin* mluví o Haeckelových cytodách a uvádí, že jsou „zásadně rozdílná od buňky typické.“⁵⁶¹ V ostatních odborných, populárních ani publicistických článcích se rozdělení organismů nijak nevěnuje.⁵⁶²

7.4. Němec, Chatton a další

Němec tedy v roce 1921 přišel s rozdělením na 3 (až 4) rovnocenné říše (**obr. 4**), v roce 1929 již navrhuje systém dvou skupin (v pozdější terminologii domén) - akaryonta a karyonta, do nichž by patřily konkrétní říše, s tím, že je možné, že z akaryont se vyvinula

⁵⁵⁸ „Ale čím jednodušší zástupce obou říší srovnáváme, tím více shod a méně rozdílů nalézáme, až u některých opravdu nevíme, zdali je máme zařaditi mezi rostliny či mezi živoičchy. Z takovýchto jednoduchých ústrojenců, u nichž není vyznačen přesně ani typ živoičšný ani typ rostlinný, utvořena byla jakási přechodná říše Protista nazvaná, a tím místo jedné neurčité hranice mezi rostlinami a živoičhy vytvořeny byly ještě neurčitéjší hranice dvě, mezi živoičhy a protisty a mezi protisty a rostlinami.“

⁵⁵⁹ Obdobně do živoičchů patří mnohobuněční (*Metazoa*), jednobuněční jaderní výtrusovci (*Sporozoa*, dnes *Apicomplexa*) a bezjaderné bakterie. Srov. Ernst Haeckel s. 189.

⁵⁶⁰ B. Němec, *Všeobecná botanika se zvláštním zřetelem k anatomii rostlin*, Praha: Klub přírodovědecký (1921), s. 66-68.

⁵⁶¹ B. Němec, *Fysiologie rostlin*, Praha: Nákladem vlastním (1921), s. 59-60.

⁵⁶² Srov. B. Němec, „Jak rychle rostou houby“, *Časopis československých houbařů* 2 (1921), s. 149-152; B. Němec, „Ještě o vzrůstu hub“, *Časopis čes. houbařů* 2 (1921), s. 241-242; B. Němec, „Budoucnost biologie“, *Věda přírodní* 2 (1921), s. 129-131, 145-148; B. Němec, „O hálkách roztočů“, *Rozpravy České akademie věd a umění. Třída II, Mathematicko-přírodnická* 30 (1921), č. 11, s. 1-4; B. Němec, „O hálkách hádatka *Heterodera radicecola* na cukrovce“, *Rozpravy České akademie věd a umění. Třída II, Mathematicko-přírodnická* 30 (1921), č. 46, s. 1-4; B. Němec, „Umělí lidé“, *Česká revue* 14 (1921), s. 40-42; B. Němec, „Peníze a věda“, *Národní listy* 61 (1921), č. 7, dne 8. 1., s. 8; B. Němec, „O individualitě v přírodě“, *Národní listy* 61 (1921), č. 319, dne 20. 11., s. 9; B. Němec, „Květy“, *Zlatá Praha* 38 (1921), č. 1-2, s. 16-18.

karyonta (**obr. 5**). Podobné dělení navrhuje i É. Chatton ve studii z roku 1925 (**obr. 6**) a později H. F. Copeland (**obr. 7**). Němcovo rozdělení zůstává základem přinejmenším pro československou biologii, a i v zahraničí vědci de facto dodnes reflektují Němcův zavedenou systematiku. V recentnějších studiích se tak např. dočteme, že botanik František Antonín Novák rozdělil organismy na prokaryonta a karyonta v roce 1930 v knize *Systematická botanika*, která byla obdobně jako Němcova *Všeobecná biologie* součástí *Rostlinopisu*⁵⁶³. Jiní uvádějí světoznámého algologa Bohuslava Fotta, který použil dělení na eukaryonta a prokaryonta v roce 1959 v knize *Sinice a řasy*, jež vyšla i v německém překladu pod názvem *Algekunde*.⁵⁶⁴ V obou případech se jedná o publikace před znovuobjevením Chattonova rozdělení a oba autoři vycházejí z rozdělení navrženého B. Němcem v roce 1929.

B. Fott ve své knize *Sinice a řasy* psal konkrétně, že „Němec (1921,1929) zavádí názvy *Akaryonta* a *Karyonta*, které zdůrazňují nepřítomnost nebo existenci pravého jádra.“⁵⁶⁵ Cituje tu i Němcovu úvahu z roku 1921, a pravděpodobně odsud informaci o Němcově rozdělení organismů později přejal J. Janko i další.

I když se tedy nejedná o prvenství, Němcův přístup k rozdělení skupin je mimořádně pokrokový a ukazuje přinejmenším reflexi nejnovějších trendů, a možná i vlastní invenci v dané otázce. Mohl sice vycházet z cizího textu, minimálně je zvláštní, že by neznal rozdělení Flemmingovo, jeho text však určil způsob, jakým čeští badatelé uvažovali o rozdělení organismů. Bohužel jeho text vyšel pouze v česky psané populárně naučné knize, nikoliv v odborné publikaci, k níž by se dostali i zahraniční badatelé. Je tak neprávem opomenut v textech a diskuzích věnovaných historii biologické systematiky. V českém prostředí se ovšem jím zavedené pojmy zčásti využívají dodnes.

⁵⁶³ Srov. Alessandro Minelli, *Biological Systematics: The state of the art*, Londýn: Chapman & Hall (1994), s. 130-131.

⁵⁶⁴ Srov. Bernard Pelletier, *Empire Biota: Taxonomy and Evolution*, 2. edice, Lulu.com (2016), s. 10.

⁵⁶⁵ Bohuslav Fott, *Sinice a řasy*, Praha: Academia (1956), s. 10.

8. Závěr

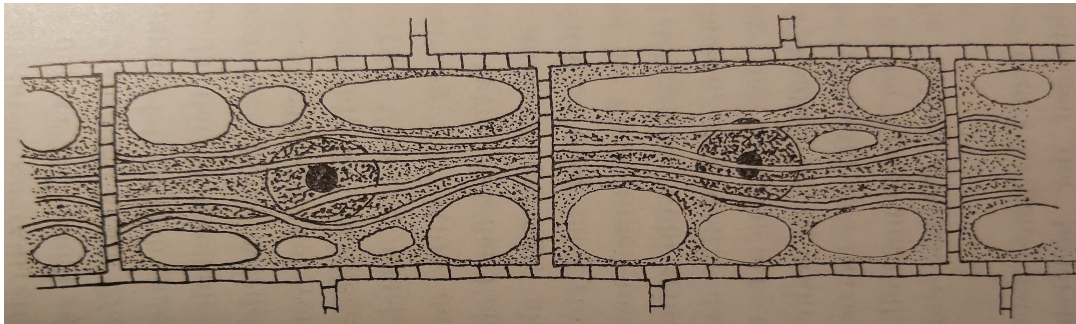
Po důkladné analýze Němcových textů se jako teoreticky nejvýznamnější ukázala témata, která byla rozebrána v této práci. Konkrétní teoreticko-biologické koncepty, úvahy a teorie rozpracované Bohumilem Němcem především v rámci jeho výzkumu na poli rostlinné fyziologie, ale rovněž i v popularizačních a učebnicových publikacích, byly zde popsány a zasazeny do dobového kontextu. Zároveň bylo snahou poukázat i na jejich trvalou aktuálnost.

Byl popsán proces formulace statolitové teorie gravitropismu a daná teorie umístěná do kontextu výzkumu gravitropické reakce rostlin od počátku až dodnes. Němcem objevené vodivé struktury v rostlinných buňkách byly popsány v kontextu dobových diskuzí o odlišnostech mezi rostlinami a živočichy a otázkách citlivosti a oduševnělosti mimolidských organismů. Dále byla naznačena souvislost se současným rozvojem rostlinné neurobiologie. Byly popsány teoretické koncepty, s nimiž Němec pracoval při výzkumu rostlinné morfogeneze, a to morfestezie, neboli schopnost vnímání vlastního těla, a organogeny, tedy hormonální látky v rostlinách určující formování jednotlivých orgánů. Byl představen Němcův přístup k evolučním teoriím a genetice, a na základě toho odmítnutá poznámka o anticipaci moderní syntézy. Nakonec byla upřesněna a uvedena na pravou míru tradovaná informace o tom, že B. Němec rozdělil organismy do dvou skupin na základě přítomnosti a nepřítomnosti buněčného jádra.

Výsledky této práce mohou posloužit k dalšímu zkoumání dějin rostlinné fyziologie a především k lepšímu pochopení vývoje české vědy, zejména v době nástupu Němcových žáků, který na jeho práci navazovali.

9. Přílohy

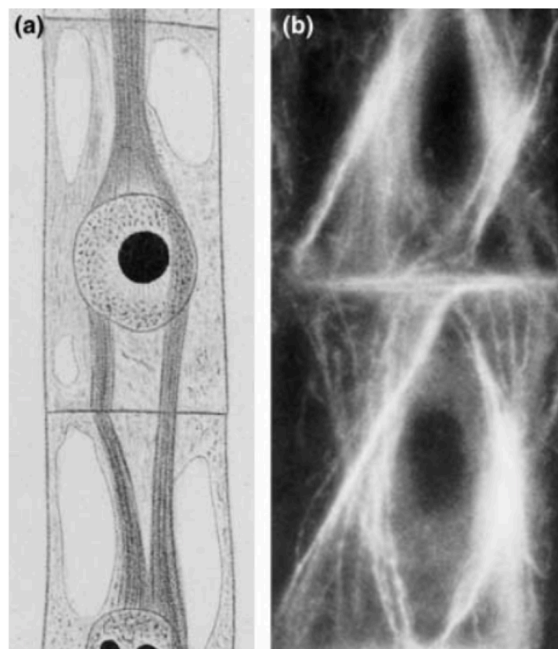
Obr. 1



Schématický nákres vláken v kořenech cibule.

B. Němec, *Die Reizleitung und die Reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, s. 143, obr. 10.

Obr. 2



- a) Nákres aktinového cytoskeletu v buňkách kořene z B. Němec, *Die Reizleitung und die Reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen*, tab. 2, obr. 18.
- b) Fotografie hustých F-aktinových sítí (meshwork) z F. Baluška, F., D. Volkmann, a P. Barlow, „A Polarity Crossroad in the Transition Growth Zone of Maize Root Apices: Cytoskeletal and Developmental Implications“, *J Plant Growth Regul* 20 (2001), s. 170–181, <https://doi.org/10.1007/s003440010013>, obr. 4 B.

Porovnání z František Baluška a Andrej Hlavačka, „Plant formins come of age: something special about cross-walls“, *New Phytologist* 168 (2005), č. 3, s. 499-503.

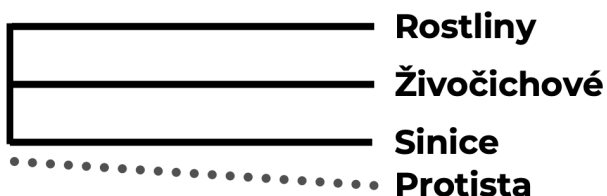
Obr. 3

TABLE I

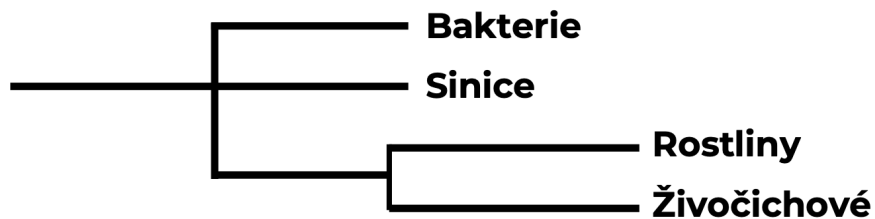
Haeckel's "Morphological Classification" (1904)

	"KINGDOM" PROTISTA, (UNICELLULAR ORGANISMS)		"KINGDOM" HISTONA, (MULTICELLULAR ORGANISMS)
	Monera, organisms without nuclei	Nucleate Protista	
Plants.....	Blue-green algae	Green flagellates, diatoms, etc.	Metaphyta
Animals.....	Bacteria	Rhizopoda, Infusoria, etc.	Metazoa

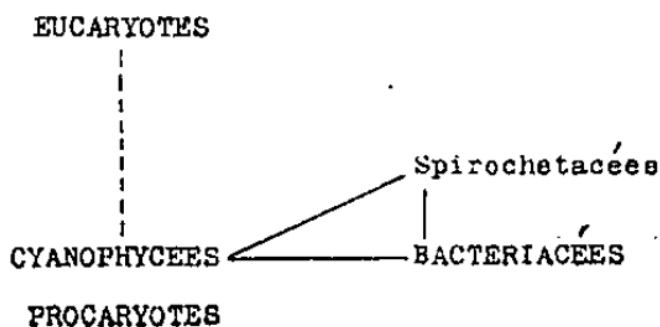
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Édouard Chatton, „Pansporella perplexa. Réflexions sur la biologie et la phylogénie des protozoaires“, *Annales des Sciences Naturelles - Zoologie* X. série, sv. VII (1925), č 1., s. 77.

Obr. 7

