Б.В.

Д. Н. Прянишниковъ.

№ 12

547
П. 859 Б.
5380

БѢЛКОВЫЯ ВЕЩЕСТВА

и

ХЪ ПРЕВРАЩЕНІЯ ВЪ РАСТЕНІИ

ВЪ СВЯЗИ СЪ ДЫХАНІЕМЪ И АССИМИЛЯЦІЕЙ.

---

rof. D. N. Prianischnikow: Die Eiweissstoffe und deren Umsatz im Pflanzenorganismus.

МОСКВА.
Типо-литографія Т-ва **И. Н. Кушнеревъ и К°**, Пименовская ул., соб. д.
1899.

547
П-856.в.

Д. Н. Прянишниковъ.

БѢЛКОВЫЯ ВЕЩЕСТВА

и

ИХЪ ПРЕВРАЩЕНІЯ ВЪ РАСТЕНІИ

ВЪ СВЯЗИ СЪ ДЫХАНІЕМЪ И АССИМИЛЯЦІЕЙ.

Prof. D. N. Prianischnikow: Die Eiweissstoffe und deren Umsatz im Pflanzenorganismus.

МОСКВА.
Типо-литографія Т-ва **И. Н. Кушнеревъ и К°**, Пименовская ул., соб. д.
1899.

Библиотека Белорусского Отд. 547 Шифр П.8598.в Инв. № 5380 Института К 9

The Physiology of the Carbohydrates, their application as food and relation to diabetes. By F. W. Pavy London J. & A. Churchill. 1894

Дозволено цензурою. Москва, 23 октября 1899 г.

Диссертація на степень доктора медицины К. А. Тимирязева, приват-доц. А. К. Собранскаго

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Стр.

Глава I. Къ вопросу о классификаціи бѣлковыхъ веществъ, встрѣчающихся въ растеніяхъ 5

Глава II. Распаденіе бѣлковъ и дыханіе въ ихъ взаимныхъ соотношеніяхъ . . . 29

А. Зависимость энергіи распаденія отъ возраста ростковъ. Вторичное образованіе аспарагина . . . . . —

В. Зависимость распаденія бѣлковыхъ веществъ отъ температуры . . 61

Глава III. Обратное образованіе бѣлковъ при ассимиляціи изъ продуктовъ ихъ распаденія 67

Глава IV. Регенерація бѣлковъ и синтезъ ихъ изъ нитратовъ и амміака въ темнотѣ 87

Общіе выводы 108

INHALT.

Seiten.

I. Zur Classification der pflanzlichen Eiweissstoffe 5

II. Eiweisszerfall und Athmung in ihren gegenseitigen Verhältnissen 29

A. Die Verängerungen beider Processe während ihren Verlaufs . . . . . —

B. Die Veränderungen unter dem Einfluss der Temperatur 61

III. Rückbildung der Eiweissstoffe bei der Assimilation 67

IV. Bildung der Eiweissstoffe im Dunkeln 87

Zusammenfassung der Resultate 109

Бѣлковыя вещества и ихъ превращенія въ растеніи

въ связи съ дыханіемъ и ассимиляціей.

Д. Н. Прянишникова.

ГЛАВА I.

Къ вопросу о классификаціи бѣлковыхъ веществъ, встрѣчающихся въ растеніяхъ.

Вопросъ о химической природѣ бѣлковъ до сихъ поръ такъ мало изученъ, что могутъ казаться преждевременными всѣ попытки классифицировать эти тѣла. Въ самомъ дѣлѣ, пока строеніе частицы бѣлка неизвѣстно, пока не выяснена связь свойствъ того или иного бѣлка съ особенностями его ближайшаго химическаго состава, приходится для установленія группъ часто пользоваться признаками преимущественно физическими, каково, напримѣръ, отношеніе къ растворителямъ, къ дѣйствію тепла; при этомъ остается неизвѣстнымъ, насколько различіе въ этихъ отношеніяхъ совпадаетъ съ различіями болѣе глубокими, внутренними, и не окажется ли впослѣдствіи, что бѣлки съ различной химической природой (поскольку она вообще можетъ варіировать) могутъ обладать въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ близкими физическими свойствами, и наоборотъ, не можетъ ли тотъ же самый бѣлокъ при незначительныхъ, второстепенныхъ перемѣнахъ въ составѣ (наприм., принятіе или выдѣленіе воды) значительно измѣнять эти свойства.

Но, признавая несомнѣннымъ, что въ будущемъ предстоитъ создавать классификацію бѣлковъ на знакомствѣ съ особенностями построенія ихъ сложной молекулы, мы врядъ ли можемъ отказаться отъ современныхъ, хотя бы и весьма несовершенныхъ попытокъ осуществить эту задачу, по простой потребности расположить въ какую-нибудь систему имѣющійся фактическій матеріалъ и придать ему болѣе удобообозрѣвае-

мую и удобозапоминаемую форму; цѣль такой классификаціи—временная, чисто служебная, но и она имѣетъ свое несомнѣнное значеніе.

Съ этой точки зрѣнія я и предполагаю остановиться вкратцѣ на существующихъ попыткахъ классифицировать растительные бѣлки, чтобы извлечь изъ нихъ то, что поддается нѣкоторому примиренію и обобщенію.

Извѣстно, что систематическое изученіе бѣлковыхъ веществъ, встрѣчающихся въ растеніяхъ (преимущественно въ зернахъ злаковыхъ и бобовыхъ), было предпринято Риттгаузеномъ [1]), и слѣдствіемъ этого изученія явилась классификація, по которой растительные бѣлки подраздѣлялись на три группы: *растительные альбумины, растительные казеины и бѣлки группы клейковины.* Основаніемъ для дѣленія послужило главнымъ образомъ отношеніе бѣлковыхъ веществъ къ растворителямъ, данныя элементарнаго состава и, лишь въ видѣ исключенія, указанія на характеръ продуктовъ гидролиза.

Альбумины были охарактеризованы Риттгаузеномъ, какъ бѣлки растворимые въ водѣ, свертывающіеся при нагрѣваніи и послѣ свертыванья не растворяющіеся даже въ водѣ, содержащей небольшія количества щелочи; эта модификація бѣлковъ была найдена въ хлѣбныхъ зернахъ лишь въ небольшихъ количествахъ.

Растительные казеины Риттгаузена суть бѣлки растворимые въ слабыхъ растворахъ ѣдкихъ щелочей, осаждаемые кислотами подобно животному казеину, въ избыткѣ кислоты вновь растворяющіеся (послѣднее свойство впрочемъ проявляется не всегда въ одинаковой мѣрѣ, въ зависимости отъ происхожденія бѣлка); богатство фосфоромъ является особенностью состава этихъ бѣлковъ. Къ этой группѣ Риттгаузенъ отнесъ легуминъ (находящійся въ зернахъ гороха, бобовъ), конглютинъ (люпины) и глютенъ-казеинъ (пшеница).

Къ третьей группѣ Риттгаузенъ отнесъ тѣ бѣлки хлѣбныхъ зеренъ, которые, входя въ составъ клейковины, обнаруживаютъ способность растворяться въ водномъ спиртѣ и при гидролизѣ даютъ значительныя количества глютаминовой кислоты; онъ обозначаетъ ихъ какъ бѣлки группы растительнаго клея (Pflenzenleim) и различаетъ среди нихъ гліадинъ, муцединъ и глютенъ-фибринъ.

Эта классификація впослѣдствіи подверглась критикѣ, въ особенности со стороны Вейля, который отрицалъ почти все, установленное Риттгаузеномъ, хотя новыхъ фактическихъ данныхъ въ рукахъ Вейля

---

[1]) *Ritthausen*, Die Eiweisskörper der Getreidearten, Hulsenfrüchte und Oelsamen. Bonn. 1872.

имѣлось немного, а его собственныя наблюденія вовсе не отличались тщательностью.

Понятно, что наиболѣе легко могли возникнуть возраженія противъ признанія группы растительныхъ альбуминовъ, въ виду присутствія въ сѣменахъ зольныхъ составныхъ частей, способствующихъ переходу въ растворъ другихъ бѣлковъ, въ чистой водѣ нерастворимыхъ; этотъ источникъ погрѣшностей впрочемъ былъ извѣстенъ и Риттгаузену (ср. стр. 69, 96, 206 и др., l. c.), но не былъ имъ устраненъ.

Послѣ того какъ Hoppe-Seyler назвалъ глобулинами тѣ бѣлки животнаго организма, которые растворяются въ водѣ въ присутствіи нейтральныхъ солей (наприм., NaCl) (но осаждаются избыткомъ воды), и показалъ, что значительная часть животныхъ бѣлковъ относится къ этой группѣ, Вейль сдѣлалъ попытку распространить классификацію Гоппе-Зейлера и на растительные бѣлки; онъ предпринялъ съ этой цѣлью опыты, считая недоказательными всѣ данныя Риттгаузена, хотя онъ не подвергалъ работѣ послѣдняго сколько-нибудь серьезной критикѣ, а просто сослался на утвержденіе Hoppe-Seyler'a, что работы Риттгаузена и его учениковъ относятся большей частью «nicht auf reine unveränderte Eiweissstoffe, sondern auf mehr oder weniger zersetzte und ungenügend gereinigte Körper, welche weder in ihrem Verhalten noch in ihrer Zusammensetzung etwas über diejenigen, aus denen sie gewonnen sind, ergeben» [1]).

Изъ своихъ опытовъ Вейль заключилъ, что большинство растительныхъ бѣлковъ относятся къ глобулинамъ; первыя указанія на растворимость въ соляныхъ растворахъ нѣкоторыхъ растительныхъ бѣлковъ относятся къ 1859 году и принадлежатъ французскому автору, Denis (Memoire sur le sang; цитировано у Weyl'я, l. c., стр. 82); такимъ образомъ, съ тѣхъ поръ, какъ былъ установленъ терминъ «глобулинъ», слѣдовало заключить о нахожденіи глобулиновъ въ растеніи. Вейль показалъ, что изъ многихъ сѣмянъ растворъ хлористаго натра извлекаетъ бѣлокъ; но только нужно отмѣтить, что Вейль не опредѣлялъ *количествъ* бѣлка переходящаго въ растворъ, и огульное причисленіе растительныхъ бѣлковъ къ глобулинамъ является поэтому совершенно произвольнымъ.

Вейль отрицалъ существованіе бѣлковъ клейковины въ зернахъ пшеницы, считая ихъ продуктами измѣненія глобулиновъ подъ вліяніемъ воды; онъ пытался доказать это слѣдующимъ опытомъ [2]): если подѣйствовать на пшеничную муку растворомъ NaCl и извлечь такимъ образомъ глобулинъ [3]), то остатокъ уже не даетъ клейковины при дѣйствіи

---

[1]) Zeitschrift für physiol. Chemie, B. I, стр. 82.

[2]) Ber. d. d. Chem. Ges, 13, 367.

[3]) Я описываю опытъ такъ, какъ понималъ его Вейль.

воды. Наоборотъ, если предварительно приготовить клейковину обычнымъ образомъ и затѣмъ дѣйствовать на нее растворами NaCl, то она въ немъ не растворяется [1]; казалось бы, слѣдуетъ заключить изъ такого опыта, вмѣстѣ съ Вейлемъ, что она есть измѣненный глобулинъ; но въ этомъ толкованіи есть погрѣшность, зависящая отъ отсутствія количественнаго опредѣленія глобулина переходящаго въ растворъ и сопоставленія съ количествомъ клейковины; такое сопоставленіе ясно обнаружило бы невозможность образованія клейковины изъ глобулина, и заставило бы искать другой причины того явленія, что мука, обработанная растворомъ NaCl, клейковины не даетъ. Мы вернемся еще къ этому опыту, говоря о работѣ Осборна.

Не признавалъ также Вейль существованія и растительныхъ казеиновъ: «Es gibt kein genuines Pflanzencasein» — вотъ заголовокъ § 10-го его статьи въ Zeitschr. f. physiol. Chemie (B. I). Вещества, описанныя подъ этимъ обозначеніемъ Риттгаузеномъ, Вейль считалъ также за продукты измѣненія глобулиновъ подъ вліяніемъ реактивовъ. Но тотъ опытъ, на который онъ ссылается въ доказательство своего мнѣнія [2]), является неправильно поставленнымъ; именно, Вейль извлекалъ изъ сѣмянъ «бо́льшую часть» глобулина 10% растворомъ NaCl и остатокъ обрабатывалъ 1% растворомъ Na_2CO_3 для извлеченія предполагаемаго казеина; въ отфильтрованную вытяжку пропускался токъ углекислоты, при чемъ выдѣлялся осадокъ; осадокъ этотъ растворялся «въ нѣсколькихъ капляхъ» 10% NaCl. Отсюда Вейль дѣлаетъ выводъ, что сѣмена казеина не содержатъ, такъ какъ казеинъ въ соляныхъ растворахъ не растворяется; между тѣмъ извѣстно, что казеинъ осаждается изъ щелочныхъ растворовъ кислотами, за *исключеніемъ угольной*; такъ что осадокъ растворявшійся въ 10% Na Cl былъ конечно остаткомъ глобулина, а казеинъ долженъ былъ остаться тамъ, гдѣ Вейль его не искалъ, т.-е. въ растворѣ. Такимъ образомъ этотъ опытъ ничего не опровергаетъ.

Нельзя конечно отрицать, что бѣлки измѣняютъ нѣкоторыя свойства соприкасаясь болѣе долгое время не только со щелочами, кислотами, но и съ водой, растворами солей и т. п. Непонятно только, почему Вейль считаетъ этотъ упрекъ приложимымъ лишь къ работамъ Риттгаузена, тогда какъ онъ въ такой же мѣрѣ (въ предположительной формѣ) относится къ работамъ самого Вейля, какъ и ко всѣмъ работамъ, гдѣ примѣняется растворе́ніе и осажде́ніе бѣлковыхъ веществъ тѣми или иными средствами.

Послѣдующія работы цѣлаго ряда авторовъ надъ растительными

[1]) Это отмѣчаетъ и Ritthausen. l. c., стр. 26.
[2]) Zeitschr. f. physiol. Chemie. B. I, стр. 98.

бѣлками позволяютъ констатировать, что Риттгаузенъ по существу былъ правъ, а его критики заходили слишкомъ далеко безъ достаточныхъ къ тому основаній.

Такъ, по вопросу о существованіи растительныхъ альбуминовъ сомнѣнія оказались преждевременными, если только не предъявлять иныхъ требованій къ доказательству существованія альбуминовъ въ растеніи по сравненію съ доказательствами существованія ихъ въ организмѣ животномъ; именно, оказывается, что существуютъ бѣлки растворимые въ водѣ даже и по удаленіи солей путемъ діализа, способные свертываться при нагрѣваніи; слѣдовательно существованіе растительныхъ альбуминовъ должно быть признано наравнѣ съ существованіемъ альбуминовъ животныхъ. Въ подтвержденіе сказаннаго укажемъ на опыты Osborne'a и Voorhees'a [1]): они подвергали діализу водную вытяжку изъ пшеничной муки въ продолженіе 48 часовъ, при чемъ выдѣлилось небольшое количество глобулина; по отдѣленіи осадка фильтратъ подвергнутъ былъ вновь діализу, но новаго выдѣленія не послѣдовало; между тѣмъ нагрѣваніе до 54° вызывало свертыванье, слѣдовательно въ растворѣ оставался альбуминъ. Совершенно того же самаго состава и тѣхъ же свойствъ получался альбуминъ и другимъ путемъ, а именно, если вытяжку изъ пшеничной муки 10% растворомъ NaCl подвергнуть діализу; фильтратъ отъ выдѣлившагося глобулина содержалъ альбуминъ; чтобы показать, насколько близко совпали у Осборна анализы этихъ двухъ препаратовъ, приведу цифры:

	C	H	N	S	O
1.	53,27	6,83	16,95	1,27	21.68
2.	53,06	6,82	17,01	1,30	21,81

Тѣми же пріемами обнаружено было существованіе альбумина въ зернахъ ржи и ячменя (l. c.).

Количественныя опредѣленія показали, что содержаніе альбумина въ хлѣбныхъ зернахъ не велико; такъ, въ пшеницѣ и ячменѣ лишь $^1/_{30}$ часть бѣлковъ представлена альбуминомъ, во ржи—около $^1/_{20}$ части.

Упомянутыя выше работы американскихъ изслѣдователей (Osborne'a, Chittenden'a, Voorhees'a и др.) показали далѣе, что глобулины дѣйствительно оказываются встрѣчающимися во многихъ растительныхъ объектахъ, но количественно не всегда сильно представленными.

Такъ, въ зернахъ пшеницы, овса, ячменя, кукурузы глобулины встрѣчаются лишь въ небольшихъ количествахъ; въ пшеницѣ въ этой формѣ находится около $^1/_{20}$ части всѣхъ бѣлковъ. Значительно больше глобулиновъ въ сѣменахъ бобовыхъ растеній; такъ, въ викѣ и горохѣ большая

[1]) См. подробное изложеніе у Griessmayer'a, Die Proteïde der Getreidearten etc, 1897, стр. 87.

часть бѣлковъ находится въ видѣ глобулина (легумина); въ фасоли также $^2/_3$ бѣлковаго азота падаетъ на глобулинъ. Изъ сѣмянъ льна растворъ поваренной соли извлекаетъ 93% всѣхъ азотистыхъ веществъ, изъ сѣмянъ хлопчатника—около 40%. Точно также глобулины находятся въ значительныхъ количествахъ въ плодахъ Bertholetia, Cannabis, Ricinus, Cucurbita, Helianthus, Corylus и др. Что касается состава растительныхъ глобулиновъ [1]), то можно отмѣтить, какъ общую черту, высокое содержаніе въ нихъ азота, около 18—19%; часто составъ глобулиновъ разнаго происхожденія весьма близокъ, такъ, что наприм., Осборнъ считаетъ глобулинъ, встрѣчающійся въ зернахъ пшеницы, тождественнымъ съ глобулинами ржи, ячменя, кукурузы, конопли, льна, тыквы и клещевины и обозначаетъ ихъ общимъ именемъ «эдестина».

Извѣстно, что Вейль, слѣдуя Hoppe-Seyler'y, растительные глобулины подраздѣлилъ, подобно глобулинамъ животнымъ, на «вителлины» и «міозины», относя къ первымъ глобулины не осаждаемые изъ соляного раствора избыткомъ соли, ко вторымъ—осаждаемые таковымъ. Изъ работъ Осборна и его сотрудниковъ слѣдуетъ, что большая часть растительныхъ глобулиновъ суть вителлины, если держаться дѣленія, предложеннаго Вейлемъ [2]).

Но врядъ ли можно считать такое дѣленіе существеннымъ, такъ какъ совершенно не доказано, чтобы различіе въ этомъ отношеніи совпадало съ какимъ-нибудь другимъ отличіемъ въ свойствахъ или составѣ бѣлковъ. Между прочимъ отмѣтимъ, что Weyl въ своей работѣ не даетъ ни анализа растительнаго міозина, ни указаній какихъ-либо его особенностей, позволяющихъ его отождествить съ міозиномъ животнымъ; онъ ограничивается въ текстѣ лишь такимъ замѣчаніемъ: «Vielleicht dass die Analysen der pflanzlichen Globuline, welche nach den in dieser Arbeit beschriebenen Methode darzustellen wären, die von mir vorläufig angewandten Bezeichnungen «Pflanzen-Vitellin» und «Pflanzen-myosin» rechtfertigen». Тѣмъ не менѣе въ своихъ положеніяхъ (именно седьмомъ) Вейль выражается уже чрезвычайно опредѣленно: «Das Pflanzen-Myosin, welches alle Reactionen (?) des quergestreiften Muskeln zeigt, coagulirt in 10% Na Cl bei 55—60°» [3]).

Изъ анализовъ Осборна и его сотрудниковъ видно, что «міозины» могутъ не отличаться замѣтно по элементарному составу отъ «вителлиновъ», а свойства растительныхъ міозиновъ могутъ не совпадать съ свойствами міозиновъ животныхъ; такъ, «конглютинъ» (изъ группы вителлиновъ) и «авеналинъ» (изъ группы міозиновъ) Осборна не отличаются замѣтно по составу; въ то же время авеналинъ въ соляномъ растворѣ не свертывается даже при кипяченіи, въ отличіе отъ міозина животнаго [1]).

По Палладину, растительный міозинъ отличается отъ вителлина присутствіемъ извести, и если Ca удалить въ видѣ щавелевокислой соли, то «міозинъ» теряетъ способность осаждаться избыткомъ NaCl, т.-е., слѣдуя терминологіи Вейля мы должны сказать, что онъ превращается въ «вителлинъ» [2]).

Очевидно, различіе среди растительныхъ глобулиновъ этихъ двухъ категорій (вителлиновъ и міозиновъ) является слишкомъ искуственнымъ, недостаточно обоснованнымъ, и лучше пока его не вводить въ употребленіе.

Посмотримъ теперь, какъ рѣшается вопросъ о существованіи бѣлковъ клейковины на основаніи фактовъ, добытыхъ въ послѣднее время главнымъ образомъ вышепоименованными американскими изслѣдователями; ихъ данныя позволяютъ критически отнестись къ вышеупомянутому опыту Вейля. Я позволю себѣ цитировать сюдя относящееся мѣсто изъ статьи Вейля и Бишофа, такъ какъ оно является характернымъ [3]):

«Bei der Untersuchung der Eiweissstoffe des Weizenmehls fand der eine von uns hauptsächlich eine Globulinsubstanz, welche er nach ihrem dem Myosin des Muskels ähnlichen Verhalten als Pflanzenmyosin bezeichnete [4])

Dieses Pflanzenmyosin musste die Muttersubstanz des Klebers sein, da im Weizenmehle neben ihr andere Eiweissstoffe, wenn überhaupt, nur in sehr geringer Menge existieren».

Послѣднее утвержденіе ровно ни на чемъ не основано и, по опредѣленіямъ Осборна, оказалось совершенно противорѣчащимъ дѣйствительности: на глобулинъ приходится въ пшеницѣ лишь очень малая доля отъ всего количества бѣлковъ (около $^1/_{20}$).

«Wurde nun», продолжаетъ Вейль «mit Hülfe einer circa fünfzehnprocentigen Kochsalzlösung das Mehl so lange extrahiert, bis im Extracte kein Eiweiss mehr nachgewiesen war, so gab der mit Wasser zerknetete Mehlrückstand keinen Kleber».

---

1) Griesmayer, l. c., 295 и др. стр.

2) По другимъ авторамъ бѣлокъ долженъ удовлетворять еще одному условію, чтобы быть причисленнымъ къ вителлинамъ—онъ долженъ встрѣчаться въ растеніи въ комбинаціи съ лецитиномъ, слѣдовательно ему должны сопутствовать значительныя количества фосфорной кислоты. Судя по анализамъ Риттгаузена, растительные глобулины обыкновенно удовлетворяютъ и этому требованію (Die Eiweisskörper, стр. 204).

3) L. c., стр. 100.

1) Ср. у Griesmayer'a сопоставленіе на стр. 29[illegible], l. c.

2) Zeitschr. f. Biologie, 1894.

3) Ber. d. d. Chem. Ges. Bd. *13*, 367.

4) Это причисленіе глобулина пшеницы къ міозинамъ является непонятнымъ въ виду несомнѣнной растворимости его въ насыщенномъ растворѣ NaCl; ср. данныя Osborne'a и Voorhees'a, въ изложеніи Griesmayer'a стр. 92 и 295, l. c.

Вейль полагаетъ, что при извлеченіи солянымъ растворомъ удаленъ былъ бѣлокъ, дающій клейковину—глобулинъ, но оказывается, причина лежитъ вовсе не въ томъ: глобулинъ для образованія клейковины совершенно не нуженъ (не говоря уже о томъ, что онъ не могъ бы превращаться въ клейковину, по чрезвычайному своему содержанію), но растворъ поваренной соли осаждаетъ *гліадинъ*, необходимую составную часть клейковины, и лишаетъ ее способности склеивать, связывать частицы въ цѣльную массу; это наблюдали Осборнъ съ сотрудниками [1]) и также Fleurent [2]). По точно описаннымъ наблюденіямъ этихъ авторовъ, соли ($CaCl_2$, NaCl, KCl) въ небольшихъ даже количествахъ какъ бы «свертываютъ» гліадинъ; но это свертыванье отличается отъ свертыванья альбумина, такъ какъ можно, удаливши соли, возстановить первоначальныя свойства гліадина. Это отношеніе гліадина къ солямъ напоминаетъ описанныя Шлезингомъ явленія «свертыванья» глины при тѣхъ же условіяхъ.

Далѣе работы названныхъ изслѣдователей показали, что составныя части клейковины (какъ растворимая въ водномъ спирту, такъ и нерастворимая) вовсе не образуются изъ другихъ бѣлковъ подъ вліяніемъ воды, какъ думалъ Вейль, а находятся, какъ таковые, въ пшеничномъ зернѣ. Опытъ показываетъ, что гліадинъ одинаково получается (съ тѣми же свойствами, съ тѣмъ же составомъ), будемъ ли мы извлекать спиртомъ клейковину (слѣдов , послѣ соприкосновенія бѣлковъ съ водой), или ничѣмъ необработанную пшеничную муку, или ту же муку послѣ извлеченія ея 10% растворомъ NaCl и удаленія соли. Въ какой бы послѣдовательно ни производились операціи, остатокъ послѣ удаленія гліадина уже клейковины не даетъ, такъ что Риттгаузеномъ совершенно правильно приписана была именно гліадину въ этомъ процессѣ существенная роль.

Риттгаузенъ отличалъ, какъ извѣстно, кромѣ гліадина еще сопутствующіе ему бѣлки, глютенъ-фибринъ и муцединъ; по анализамъ Осборна и другихъ изслѣдователей не оказывается достаточныхъ основаній для различія этихъ бѣлковъ, поэтому они обозначаютъ общимъ именемъ гліадина ту составную часть клейковины, которая способна растворяться въ спиртy (70—80%).

Какъ справедливо отмѣтилъ Адольфъ Майеръ [3]), терминъ «гліадинъ» является здѣсь болѣе удобнымъ, чѣмъ терминъ «растительный клей», такъ какъ клеевыя вещества животнаго организма, на аналогію съ которыми указываетъ это названіе, во многомъ отличаются отъ типичныхъ бѣлковъ, а гліадинъ несомнѣнно принадлежитъ къ настоящимъ бѣлкамъ.

[1]) Griesmayer, l. c.. стр. 111.

[2]) „Recherches sur la composition des matières albuminoïdes“, dans les Annales de la science agronomique, 1898, т. I. 382.

[3]) Journal für Landwirtschaft, B. 46 (1898).

Такъ, животный клей при гидролизѣ даетъ много тирозина, чего не даетъ тирозина (взамѣнъ того получается бензойная кислота, такъ что ароматическое ядро все-таки находится и въ клеевыхъ веществахъ), соотвѣтственно чему не даетъ и характерной окраски съ Милоновымъ реактивомъ; гліадинъ, напротивъ, даетъ продукты гидролиза, общіе съ настоящими бѣлками, и съ Милоновымъ реактивомъ соотвѣтственную окраску, равно какъ и другія реакціи окрашиванья, свойственныя бѣлкамъ. По содержанію сѣры и способности отщеплять сѣру подъ вліяніемъ щелочи животный клей отличается отъ настоящихъ бѣлковъ, а гліадинъ — нѣтъ. Животный клей растворимъ въ горячей водѣ, осаждается спиртомъ; при охлажденіи воднаго раствора даетъ студень; гліадинъ же этихъ свойствъ не обнаруживаетъ. Наконецъ, по опытамъ Фойта, животный клей не служитъ источникомъ бѣлковъ въ организмѣ, между тѣмъ какъ нѣтъ никакихъ указаній, чтобы бѣлки пшеницы (изъ которыхъ на гліадинъ можетъ приходиться до половины) отличались по ихъ значенію для организма животныхъ отъ другихъ бѣлковъ.

Такимъ образомъ, сходство между гліадиномъ и клеемъ животнаго является часто внѣшнимъ; этого нужно не упускать изъ виду при употребленіи термина «растительный клей». Что касается растительныхъ казеиновъ (т.-е. бѣлковъ, не растворимыхъ въ водѣ и нейтральныхъ растворахъ солей, но растворимыхъ въ щелочахъ), то опять-таки изслѣдованія послѣдняго времени показали, что Риттгаузенъ не ошибся, установивъ такую группу, а Вейль въ своемъ отрицаніи былъ неправъ. Количественныя опредѣленія Осборна и Фургиса обнаружили, что послѣ извлеченія пшеничной муки водой, спиртомъ и растворомъ поваренной соли она содержитъ еще значительныя количества бѣлка, часто половину первоначальнаго количества, а иногда и еще болѣе; это тотъ самый бѣлокъ, который Риттгаузенъ назвалъ глютенъ-казеиномъ. Осборнъ называетъ его глютениномъ. Вотъ содержаніе этого и другихъ бѣлковъ въ одной изъ яровыхъ пшеницъ, по даннымъ Осборна [1]):

Глютенина	4,68%
Гліадина.	3,96%
Глобулина	0,62%
Альбумина	0,39%

Глютенинъ одинаково получается, съ тѣми же свойствами, съ тѣмъ же составомъ, будемъ ли мы растворять въ 0,2% растворѣ ѣдкаго кали

[1]) Griessmayer, l. c., стр 127.

остатокъ послѣ обработки клейковины спиртомъ или обработаемъ воднымъ спиртомъ муку, остатокъ извлечемъ растворомъ поваренной соли и потомъ будемъ дѣйствовать слабой щелочью; слѣдовательно, невѣроятно, что это есть продуктъ измѣненія другихъ бѣлковъ. По своему отношенію къ растворителямъ и по богатству фосфоромъ [1]) бѣлокъ этотъ долженъ быть, по общепринятой терминологіи, отнесенъ къ группѣ казеиновъ; онъ составляетъ вторую необходимую составную часть клейковины, дополняя собою гліадинъ.

Какой же видъ должно придать классификаціи растительныхъ бѣлковъ послѣ всего вышесказаннаго?

Мнѣ кажется, что классификація Риттгаузена должна претерпѣть одно лишь существенное измѣненіе: легуминъ и конглютинъ должны быть изъяты изъ числа растительныхъ казеиновъ и выдѣлены въ особую группу растительныхъ глобулиновъ; тогда будемъ имѣть слѣдующую группировку.

I. *Бѣлки растворимые въ водѣ* (растительные альбумины). Примѣръ: «лейкозинъ» Осборна.

II. *Бѣлки въ водѣ нерастворимые, но растворяющіеся въ соляныхъ растворахъ* (растительные глобулины). Примѣры: «эдестинъ» Осборна, «легуминъ» Риттгаузена.

III. *Бѣлки растворимые въ 70—80% спирту, осаждаемые NaCl даже въ малыхъ количествахъ.* Примѣръ—гліадинъ.

IV. *Бѣлки не растворимые въ выше названныхъ (нейтральныхъ) растворителяхъ, но извлекаемые щелочами и осаждаемые кислотами; богаты* P_2O_5 (растительные казеины). Примѣръ: глютенъ-казеинъ Риттгаузена (=глютенинъ Осборна и Fleurent'a).

Кромѣ собственно бѣлковъ въ растеніяхъ встрѣчаются съ одной стороны тѣла съ меньшимъ вѣсомъ частицы, являющіяся промежуточными продуктами при гидролизѣ (альбумозы, пептоны), съ другой стороны—тѣла съ большимъ молекулярнымъ вѣсомъ, болѣе сложныя (наприм., нуклеины).

Повидимому, не встрѣчается противорѣчій предположенію, что въ общихъ чертахъ отношеніе бѣлковъ къ растворителямъ стоитъ въ связи съ вѣсомъ ихъ молекулы; по крайней мѣрѣ, согласіе замѣчается для крайнихъ членовъ ряда, построеннаго въ порядкѣ убывающей растворимости, какъ это видно изъ слѣдующаго сопоставленія:

---

[1]) Das Pflanzencasein enthält immer eine beträchtliche Menge Phosphorsäure..... demnach müssen diese Körper als Phosphorsäureverbindungen angesehen werden und erscheint es nothwendig, ihre Zusammensetzung mit Rücksicht auf den Gehalt an Phosphorsäure auszudrücken. Ritthausen, стр 231, l. c.

Отношеніе растительныхъ бѣлковъ и ихъ производныхъ къ различнымъ растворителямъ.

		Водный спиртъ	Вода при 100°	Вода на холоду	NaCl (10%).	Желудочный сокъ.	Растворъ КОН.	Число положит. знаковъ.
I	Пептоны и альбумозы . . .	+	+	+	+	+	+	6
II	Альбуминъ	—	—	+	+	+	+	5
III	Глобулинъ	—	—	—	+	+	+	4
IV	Гліадинъ	+	—	—	—	+	+	3
V	Казеинъ	—	—	—	—	+	+	2
VI	Нуклеинъ	—	—	—	—	—	+	1

Какъ уже было выше отмѣчено, подобныя классификаціи, основанныя на отношеніи бѣлковъ къ растворителямъ, условіяхъ осажденія (свертыванья) и нѣкоторыхъ особенностяхъ элементарнаго состава, конечно, имѣютъ значеніе лишь служебное, преходящее, условное; со временемъ они будутъ замѣнены классификаціей, основанной на знаніи ближайшихъ группъ, входящихъ въ частицу бѣлка, и ихъ взаимной связи. Какъ ни ограниченъ еще запасъ такихъ свѣдѣній, но все же мы имѣемъ уже рядъ указаній на существованіе такихъ различій между отдѣльными представителями бѣлковыхъ тѣлъ, которыя сказываются на количественномъ и даже качественномъ составѣ смѣси кристаллическихъ продуктовъ разрушенія частицы бѣлка дѣйствіемъ кислоты и щелочей.

Уже въ работѣ Риттгаузена мы встрѣчаемъ попытки получить данныя для характеристики бѣлковъ путемъ изученія продуктовъ распаденія ихъ; онъ дѣйствовалъ на различные бѣлки (растительнаго происхожденія) сѣрною кислотой при нагрѣваніи [1]) и, по удаленіи сѣрной кислоты, получалъ при выпариваньи сначала тирозинъ (2—3%), затѣмъ лейцинъ (въ значительно большихъ количествахъ: 5—12%), при послѣдующемъ выпариваньи—кислоты глютаминовую и аспарагиновую, въ различныхъ соотношеніяхъ, смотря по природѣ взятаго бѣлка:

	Аспарагиновой к.	Глютаминовой к.
Легуминъ	3,5%	1,5%
Конглютинъ	2,0%	3—5%

---

[1]) 1 часть сухого бѣлка, 3 части крѣпкой H_2SO_4 и 6 частей воды; 7—8 часовъ кипяченія съ обратнымъ холодильникомъ. „Die Eiweisskörper“, стр. 213.

	Аспарагиновой к.	Глютаминовой к.
Глютенъ-казеинъ	0,33%	5,3%
Бѣлки клейковины, растворимые въ спирту	1,1	8,8%
Муцединъ въ отдѣльности	—	25%

Конечно, эти цифры не могутъ претендовать на значительную точность, такъ какъ онѣ получены путемъ взвѣшиванья выдѣленныхъ кристалловъ, при несомнѣнныхъ потеряхъ вещества, остающагося въ маточной жидкости; но все же онѣ указываютъ на бо́льшіе выходы глютаминовой кислоты для бѣлковъ клейковины и на меньшій—для легумина; для аспарагиновой кислоты имѣетъ мѣсто обратное соотношеніе.

Hlasiwetz и Habermann [1]), дѣйствуя на бѣлки бромомъ (нагрѣвая подъ давленіемъ), получили также различные выходы продуктовъ дѣйствія брома, смотря по роду взятаго бѣлка; именно: 100 частей сухого бѣлка дали:

	Альбуминъ животн.	Альбуминъ растит.	Казеинъ.	Легуминъ.
Бромоформъ	29,9	33,1	37,0	44,9
Бромоуксусная к. . . .	22,0	16,9	22,1	26,2
Щавелевая к.	12,0	18,5	11,2	12,5
Аспарагиновая к. и близкая къ ней [2]) . . .	23,8	23,1	9,3	14,5
Лейцинъ	22,6	17,3	19,1	17,9
Броманиль (тетрабромхинонъ) . . .	1,5	1,4	0,3	1,4

И эти цифры требуютъ той же повѣрки, какъ и цифры Риттгаузена; но отмѣтимъ, что Hlasiwetz и Habermann повторяли разложеніе каждаго бѣлка, по крайней мѣрѣ, дважды.

Въ другомъ рядѣ опытовъ тѣ же авторы разлагали соляной кислотой бѣлковыя вещества, какъ животнаго, такъ и растительнаго происхожденія [3]); подробнѣе, впрочемъ, у нихъ описанъ лишь опытъ съ казеиномъ. При выпариваньи кислаго раствора они получили въ большомъ количествѣ глютаминовую кислоту (до 29% отъ взятаго количества бѣлка), а лишь затѣмъ (послѣ удаленія избытка кислоты закисью мѣди) выдѣлились при дальнѣйшемъ сгущеніи тирозинъ и лейцинъ; аспарагиновая

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie, 159, стр. 304 (1871 г.)

[2]) Глютаминовая?

[3]) На 1 часть бѣлка 2 части HCl (gewöhnlicher Stärke); сверхъ того прибавлялось еще хлористое олово, чтобы избѣжать образованія темноокрашенныхъ продуктовъ, подобныхъ гуминовымъ веществамъ; они образуются также и при дѣйствіи сѣрной кислоты, хотя количество ихъ вообще не велико. Hl. и H. продолжали кипяченіе 72 часа, затѣмъ удаляли олово сѣроводородомъ и сгущали растворъ выпариваньемъ. Journal für practische Chemie, Bd. 115 (N. F. 7.) 1873.

кислота была получена изъ осадка, вызваннаго свинцовымъ уксусомъ. Такимъ образомъ преобладаніе глютаминовой кислоты надъ аспарагиновой оказалось для казеина еще болѣе рѣзкимъ, нежели въ опытахъ Риттгаузена съ глютенъ-казеиномъ.

Относительно другихъ бѣлковъ (альбумина растительнаго и животнаго, легумина) Hlasiwetz и Habermann лишь отмѣчаютъ [1]), что разные бѣлки даютъ различныя количества отдѣльныхъ продуктовъ распаденія, но что недостатокъ методовъ не позволяетъ получить точныхъ данныхъ; авторы высказываютъ увѣренность, что «различныя свойства видоизмѣненій бѣлка зависятъ отъ различныхъ соотношеній однихъ и тѣхъ же основныхъ группъ атомовъ, образующихъ частицу бѣлка», и ставятъ себѣ ближайшей задачей выработку методовъ для количественнаго опредѣленія отдѣльныхъ продуктовъ.

Къ сожалѣнію, эта задача еще и теперь, черезъ четверть столѣтія послѣ работы Hlasiwetz'a и Habermann'a, остается далеко не выполненной.

Шульце повторилъ работу Hl. и H. надъ однимъ изъ растительныхъ глобулиновъ (бѣлкомъ тыквенныхъ сѣмянъ) и открылъ среди продуктовъ распаденія еще фениламидопропіоновую кислоту [2]).

Nasse, изучая дѣйствіе барита на бѣлки [3]), показалъ, что часть азота очень легко отщепляется въ видѣ амміака, но при дальнѣйшемъ кипяченіи (безъ повышенія давленія) наступаетъ замедленіе въ этомъ процессѣ; отношеніе между количествомъ азота легко выдѣляемаго баритомъ и общимъ содержаніемъ азота оказывается различнымъ въ зависимости отъ природы бѣлка; такъ оно мѣнялось въ % слѣдующимъ образомъ:

для казеина	9,2%	для легумина	17,4%
„ альбумина . . .	9,6%	„ клейковины . . .	21,7%

Въ извѣстныхъ работахъ Шютценбергера [4]) мы также находимъ указанія на различія между отдѣльными бѣлками въ интересующемъ насъ отношеніи; какъ извѣстно, онъ разлагалъ бѣлки баритомъ, нагрѣвая смѣсь (100 ч. бѣлка, 300 ч. Ba $(OH)_2$ и 500 ч. воды) въ автоклавѣ до 200° (въ отличіе отъ Nasse); продуктами разложенія въ этихъ условіяхъ являются: амміакъ, кислоты угольная, щавелевая, уксусная, аспарагиновая, глютаминовая (послѣднія двѣ въ небольшихъ количествахъ, въ отличіе отъ разложенія кислотами), гликоколь, амидобутириновая,

[1]) l. c., стр. 412.

[2]) Ber. d. d. Chem. Ges. Bd. XVI, 1711. (1883).

[3]) Pflüger's Archiv, Bd. 6 (см. также 7 и 8).

[4]) Annales de Chimie et de Physique 1879, 289; также Traite de Chimie generale, par Schützenberger. T. 6-й.

Белорусского
Отд.

амидовалерьяновая (и изомерный ей буталанинъ), лейцинъ, тирозинъ, фениламидопропіоновая кислота и другіе, болѣе сложные, ближе не изученные продукты. Количество амміака и кислотъ угольной и щавелевой въ случаѣ разныхъ бѣлковъ были слѣдующія [1]).

	Альбуминъ.	Обезжирен. волосъ.	Оссеинъ.	Желатина.	Шелкъ.	Хондринъ.	Глютенъ-казеинъ.
N амміака	4,03	5,14	3,35	2,80	3,10	2,88	4,62
Углекислый баритъ	11,0	19,8	14,0	12,2	9,0	11,0	5,2
Щавелевокисл. баритъ	17,6	19,4	9,8	8,9	16,4	11,4	7,5
N амміака по разсчету на оксамидъ и карбамидъ	3,75	5,10	3,15	2,79	3,20	2,87	1,63

Такимъ образомъ данныя для глютенъ-казеина отличаются отъ остальныхъ какъ меньшими показаніями для щавелевой и углекислой соли, такъ и отсутствіемъ совпаденія между количествомъ амміака дѣйствительно найденнымъ и высчитаннымъ по угольной и щавелевой кислотѣ, въ предположеніи, что мы имѣемъ дѣло съ карбамидной и оксамидной группами.

Fleurent [2]), работая въ лабораторіи Aimé Girard'a, подтвердилъ наблюденія Шютценбергера относительно глютенъ-казеина, а также показалъ, что растительный альбуминъ и легуминъ, въ свою очередь, отличаются отъ бѣлковъ животныхъ, хотя и въ другую сторону, чѣмъ глютенъ-казеинъ: для нихъ количество амміака, высчитаннаго по угольной и щавелевой кислотамъ, больше найденнаго въ дѣйствительности, какъ видно изъ слѣдующихъ цифръ:

	Легуминъ 1-й опытъ.	Легуминъ 2-й опытъ.	Альбуминъ (растит.)
Взято барита	3%	5%	5%
Температура.	200°	200°	200°
Время нагрѣванія	48 ч.	78 ч.	78 ч.
Азота амміака	4,84	5,06	5,01
Углекислаго барія	15,90	20,80	16,80
Щавелевокислаго Ba . . .	29,20	31,90	35,30
Азотъ амміака по вычисленію.	5,97	6,92	6,80

[1]) Annales de Chimie et de Physique, l. c., стр. 390.
[2]) Comptes Rendus 1893 г., 117 т., стр. 793.

Fleurent считаетъ характернымъ для растительныхъ бѣлковъ это несовпаденіе находимаго въ дѣйствительности количества амміака съ высчитаннымъ по количеству $(COOH)_2$ и CO_2; но въ виду небольшого числа испытанныхъ бѣлковъ, въ виду того, что отклоненія встрѣчаются то въ ту, то въ другую сторону, нельзя еще считать этого утвержденія достаточно обоснованнымъ.

Образованіе вмѣстѣ съ амміакомъ кислотъ угольной и щавелевой при разложеніи бѣлковъ баритомъ считаютъ отличительной чертой этого пріема: при разложеніи бѣлковъ кислотами этого явленія не наблюдали [1]).

Drechsel обратилъ вниманіе на такое различіе и заключилъ, что существуетъ еще одна категорія продуктовъ распаденія, ускользнувшая отъ наблюденія Ritthausen'a, Hlasiwetz'a и Habermann'a, чѣмъ по Дрекселю и объясняется большій недочетъ въ продуктахъ гидролиза у этихъ авторовъ, нежели въ опытахъ Шютценбергера.

Дрексель [2]) сталъ искать этихъ продуктовъ въ той части, которая осаждается фосфорно-вольфрамовой кислотой, т.-е. носитъ основной характеръ. На эту мысль наводилъ фактъ, установленный Шульце, что въ прорастающихъ сѣменахъ, кромѣ амидокислотъ, продуктами распаденія бѣлковъ являются и органическія основанія, между прочимъ *аргининъ* [3]).

Дрекселю, дѣйствительно, удалось, повторяя опытъ Hlasiwetz'a и Habermann'a, констатировать среди другихъ продуктовъ тѣло основного характера съ формулой діамидо-капроновой кислоты (лизинъ $C_6H_{14}N_2O_2$) и другое основаніе, включающее группу мочевины. Это второе основаніе по изслѣдованіямъ Hedin'a [4]) оказалось именно аргининомъ; этотъ фактъ добавилъ одну лишнюю черту сходства къ цѣлому ряду уже ранѣе отмѣченныхъ между явленіями распаденія бѣлковъ въ растеніи и in vitro.

Дальнѣйшія работы Hedin'a показали, что количество аргинина въ продуктахъ распаденія значительно варіируетъ въ зависимости отъ природы бѣлка; такъ,

[1]) Но въ послѣднее время появилось указаніе иного характера, такъ что окончательно установленнымъ это различіе нельзя считать Ср. Cohn, Ueber eine quantitative Eiweisspaltung durch Salzsäure. Zeitschrift f. Physiol. Chemie, XXVI, H. 5. 1899.
[2]) Archiv f. Anatomie и Physiologie 1891, 254.
[3]) Не такъ давно Шульце и Винтерштейну удалось показать, что аргининъ представляетъ комбинацію амидо-валерьяновой кислоты и гуанидина и, по всей вѣроятности имѣетъ слѣдующую формулу:

$$NH=C(NH_2)-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-CO_2H$$

[4]) Zeitschrift für Physiol. Chemie, Bd. 21 (1895).

роговое вещество	даетъ	не менѣе		2,25%	аргинина
клей	„	„	„	2,6	„
конглютинъ	„	„	„	2,75	„
альбуминъ яичнаго желтка	„	„	„	2,3	„
тоже изъ бѣлка	„	„	„	0,8	„
тоже изъ кровяной сыворотки	„	„	„	0,7	„
казеинъ	„	„	„	0,25	„

Изъ растительныхъ бѣлковъ много аргинина даютъ бѣлки хвойныхъ; такъ, Rongger получилъ изъ бѣлка сѣмянъ ели 10,3% аргинина, причемъ общее количество азота органическихъ основаній достигало почти 33% [1]).

Такое суммарное опредѣленіе азота, приходящагося на долю цѣлыхъ группъ (органическихъ основаній, амміака, амидокислотъ), интересно было бы произвести для различныхъ бѣлковъ, въ цѣляхъ полученія предварительныхъ свѣдѣній о томъ, насколько далеко заходятъ различія въ количественномъ соотношеніи этихъ группъ въ случаѣ различныхъ бѣлковъ, и насколько эти различія совпадаютъ (или не совпадаютъ) съ рамками обычныхъ классификацій.

Для бѣлковъ животнаго происхожденія попытка изученія распредѣленія азота по группамъ различныхъ соединеній была сдѣлана въ послѣднее время Hausmann'омъ [2]). Онъ разлагалъ бѣлки соляною кислотой и подвергалъ затѣмъ нейтрализованную смѣсь отгонкѣ съ магнезіей; опредѣляя количество выдѣленнаго амміака; въ остаткѣ опредѣлялось количество азота, переходящаго въ осадокъ съ фосфорно-вольфрамовой кислотой (азота аргинина, лизина, гистидина и друг. основаній) и остающагося въ растворѣ (азотъ лейцина, тирозина, аспарагиновой, глютаминовой и др. амидокислотъ). Изъ 100 частей всего азота приходились на эти группы слѣдующія доли:

	NH_3.	Органич. основанія.	Амидокислоты.
Альбуминъ яйца (кристаллич.) . . .	8,53%	21,33%	67,80%
Альбуминъ крови	6,34	„	„
Глобулинъ кровян. сыворотки . . .	8,90	24,95	68,28
Казеинъ	13,37	11,71	75,98
Клей	1,61	35,83	62,56

Какъ видимъ, различія оказываются весьма значительными; казеинъ особенно отличается малымъ количествомъ азота основаній, а клей

[1]) Landw. Vers. Stat.; Bd. LI, стр. 89.

[2]) Zeitsch. f. Physiol. Chemie, Bd. XXVII (1899), стр. 95.

даетъ очень мало азота амміачнаго (впрочемъ, клей отличается отъ настоящихъ бѣлковъ, не давая тирозина, также и по нѣкоторымъ другимъ особенностямъ, отчасти упомянутымъ ранѣе).

Интересно было бы работу Hausmann'а повторить надъ бѣлками растительными, введя еще нѣкоторыя дополнительныя опредѣленія, наприм., опредѣляя азотъ амидокислотъ по Böhmer'у, на основаніи ихъ способности разлагаться при дѣйствіи азотистой кислоты съ выдѣленіемъ свободнаго азота [1]).

Нужно, впрочемъ, не упускать изъ виду, что къ показаніямъ осаждающихъ средствъ (какъ фосфорно-вольфрамовая кислота, азотнокислая окись ртути) нужно все-таки относиться съ извѣстной осторожностью, пока не изучены хорошо условія концентраціи, при которыхъ должно вестись осажденіе, не изучено вліяніе постороннихъ примѣсей на ходъ реакціи. Говорю это на основаніи такого опыта (декабрь 1896 — январь 1897).

Мною сдѣлана была попытка примѣнить къ раздѣленію продуктовъ гидролиза бѣлка кислотой тѣ же методы, которые Шульце примѣнялъ при качественномъ изслѣдованіи амидосоединеній и органическихъ основаній въ различныхъ растительныхъ объектахъ. Съ этой цѣлью 400 граммъ легумина, приготовленнаго по Риттгаузену [2]), кипятились 8 часовъ съ 666 к. с. H_2SO_4 (1,84) и 2.400 к. с. воды, при обращенномъ холодильникѣ. Затѣмъ сѣрная кислота удалялась [3]) баритомъ; удаленіе сѣрной кислоты въ данномъ случаѣ не совпадаетъ съ нейтрализаціей—жидкость остается кислой, благодаря кислотному характеру большей части продуктовъ гидролиза; поэтому баритъ прибавлялся лишь до тѣхъ поръ, пока проба на $BaCl_2$ не переставала указывать на присутствіе сѣрной кислоты.

Далѣе жидкость должна была подвергнуться обработкѣ по слѣдующей схемѣ:

- Прибавка свинцоваго уксуса
  - осадокъ-разложеніе H_2S
  - фильтратъ - прибавка $Hg(NO_3)_2$
    - осадокъ-разложеніе H_2S и обработка фосфорно-вольфрамовой к.
      - осадокъ А
      - фильтратъ А
    - фильтратъ—тоже
      - осадокъ В
      - фильтратъ В

[1]) Ср. König, Untersuchung der. landwirthsch. wichtigen Stoffe, 2-e Auflage, S. 200.

[2]) Я извлекалъ еще кислую жидкость эфиромъ въ аппаратѣ Ганемана; но извлекалось лишь ничтожное количество вещества.

[3]) Гороховая мука обрабатывалась $^1/_2$% растворомъ NaOH въ высокихъ цилиндрахъ при помѣшиваньи, послѣ освѣтленія жидкость декантировалась, приливалась соляная кислота до полученія осадка (при этомъ избѣгался избытокъ кислоты) и осадокъ повторно промывался водой, затѣмъ спиртомъ и эфиромъ, и высушивался.

Въ осадокъ отъ свинцоваго уксуса перешло сравнительно немного вещества; послѣ разложенія сѣроводородомъ, фильтрованія и сгущенія выпариваньемъ жидкость давала бѣлые осадки съ азотнокислой ртутью и фосфорно-вольфрамовой кислотой, желтый осадокъ съ реактивомъ Несслера, не давала осадка съ таннином, при нагрѣваніи съ NaOH выдѣлялся амміакъ; ближе эта часть не изслѣдовалась.

Съ азотно-кислой ртутью образовалось очень много осадка (реактивъ приливался постепенно, при помѣшиваньи, до прекращенія образованія осадка). Осадокъ былъ разложенъ сѣроводородомъ и фильтратъ отъ сѣрнистой ртути (+промывныя воды) по удаленіи сѣро-водорода обрабатывался фосфорно-вольфрамовой кислотой (причемъ потребовалось около 300 gr. кислоты); но образовавшійся при этомъ обильный осадокъ (A) далъ лишь небольшой выходъ органическихъ основаній [1]), выдѣлить что-нибудь въ чистомъ видѣ было трудно, вслѣдствіе малой наклонности сиропообразной массы къ кристаллизаціи.

Фильтратъ отъ фосфорно-вольфрамовой кислоты (A), освобожденный отъ избытка реактива баритомъ, былъ донейтрализованъ амміакомъ и подвергнутъ выпариванью; при сгущеніи онъ обнаружилъ на поверхности звѣздчатыя скопленія шелковистыхъ кристалловъ, дававшихъ съ Милоновымъ реактивомъ красное окрашиванье; при нагрѣваніи вещество разлагалось, обнаруживая запахъ фенола; анализъ перекристаллизованнаго вещества подтвердилъ, что это былъ тирозинъ (опредѣленіе азота по Кіельдаю дало 7,62%, при 7,73%, требуемыхъ формулой).

При дальнѣйшемъ сгущеніи жидкости образовалась корка изъ бородавчатыхъ кристалловъ на поверхности; кристаллы выдѣлились и на днѣ чашки; по очищеніи кристаллизаціей изъ спирта нетрудно было въ нихъ признать лейцинъ (возгонка, развитіе характернаго запаха при нагрѣваніи, форма кристалловъ, содержаніе азота въ 10,55% при 10,69%, требуемыхъ формулой).

Но были ли лейцинъ и тирозинъ осаждены азотно-кислой ртутью сколько-нибудь полно? Оказывается, что нѣтъ, въ особенности лейцинъ; послѣдняго, повидимому, больше осталось въ растворѣ, чѣмъ попало въ осадокъ. Это обнаружилось, когда фильтратъ отъ осажденія $Hg(NO_3)_2$ былъ освобожденъ отъ ртути [2]), обработанъ фосфорно-вольфрамовой кислотой, изъ фильтрата (B) избытокъ послѣдняго реактива удаленъ баритомъ (при нейтрализаціи амміакомъ) и жидкость подвергнута выпариванью; снова и здѣсь выдѣлилось немного тирозина и много лейцина; слѣдовательно, азотно-кислая ртуть при данныхъ условіяхъ не отдѣляетъ эти тѣла отъ другихъ продуктовъ гидролиза.

Мало того: въ той фракціи, которая не осаждается $Hg(NO_3)_2$, но осѣла съ фосфорно-вольфрамовой кислотой, оказалось значительное количество *лейцина*; значитъ фосфорно-вольфрамовая кислота въ присутствіи значительныхъ количествъ лейцина не отдѣляетъ чисто органическихъ основаній отъ амидокислотъ [1]).

Участію органическихъ основаній въ построеніи частицы бѣлка нѣкоторые авторы придаютъ особое значеніе; такъ, Коссель [2]) полагаетъ, что центръ этой сложной молекулы и представляетъ именно группа, дающая при гидролизѣ органическія основанія, а остальныя группы представленныя у разныхъ бѣлковъ въ разной мѣрѣ, занимаютъ положеніе боковыхъ цѣпей. Эту гипотезу Kossel основываетъ на фактѣ, что всѣ бѣлки при гидролизѣ даютъ большее или меньшее количество основаній, кромѣ того, изъ нѣкоторыхъ своихъ наблюденій онъ вывелъ заключеніе, что простѣйшіе бѣлки даютъ только одни основанія, ничего болѣе.

Простѣйшими бѣлками Kossel считаетъ *протамины*, выдѣленные имъ изъ организма нѣкоторыхъ рыбъ; они при гидролизѣ распадаются на слѣдующіе тѣла:

лизинъ.	$C_6\ H_{14}\ N_2\ O_2$
гистидинъ.	$C_6\ H_9\ N_3\ O_2$
аргининъ.	$C_6\ H_{14}\ N_4\ O_2$

Эти основанія Коссель обозначаетъ общимъ именемъ *гексоновыхъ* основаній, проводя аналогію между ними и гексозами, какъ продуктами гидролиза полисахаридовъ: подобно тому, какъ тамъ прочныя 6-ти углеродныя группы связаны между собой съ помощью кислородныхъ атомовъ въ менѣе прочные комплексы, такъ и въ бѣлкахъ, по Косселю, гексоны соединены между собой въ такіе комплексы черезъ кислородные атомы или имидныя группы. Наличность гексоновъ въ бѣлкахъ Коссель пытается поставить въ связь съ возможностью образованія углеводовъ изъ бѣлковъ. Эта возможность, съ точки зрѣнія физіолога столь вѣроят-

---

[1]) Осадокъ этотъ разлагался баритомъ (при растираніи въ ступкѣ), фильтратъ освобождался отъ избытка барита сѣрною кислотой и нейтрализовался соляною кислотой; такъ что аргининъ и другія основанія должны были получаться въ видѣ хлористоводородныхъ солей. Если при сгущеніи растворъ оказывался кислымъ, то избытокъ кислоты удалялся окисью серебра, такъ какъ кислыя соли, по Hedin'у, еще хуже кристаллизуются, чѣмъ среднія.

[2]) Послѣ осажденія ртути сѣроводородомъ и удаленія послѣдняго жидкость была нейтрализована амміакомъ; азотнокислый аммоній мѣшалъ болѣе детальному раздѣленію другихъ продуктовъ (кромѣ лейцина и тирозина); вообще введеніе азотной кислоты съ азотнокислой ртутью представляетъ непріятную сторону употребленія этого реактива.

[1]) Къ тому же выводу пришелъ въ послѣднее время Cohn (Zeitschritt f. Physiol. Chemie XXVI, H. 5, 1899).

[2]) Zeitschr. f. Physiol. Chemie, Bd. 25.

ная, до послѣдняго времени не поддавалась осуществленію въ рукахъ химика; но теперь можно считать установленнымъ существованіе въ частицѣ бѣлка (или по крайней мѣрѣ нѣкоторыхъ его видоизмѣненій) группы, при гидролизѣ дающей если не глюкозу, то глюкозаминъ или его производное. Не вдаваясь въ подробности, отмѣтимъ лишь нѣсколько болѣе важныхъ указаній въ этомъ направленіи.

Уже у Шютценбергера [1]) есть упоминаніе о присутствіи среди продуктовъ разрушенія бѣлка баритомъ какого-то вещества, способнаго послѣ кипяченія съ кислотой возстановлять Фелингову жидкость. «Ce serait un amide cellulosique et c'est de lui que deriverait la petite quatité de matiire dextrineuse trouvée», замѣчаетъ авторъ.

Позднѣе Pavy [2]), дѣйствуя на бѣлокъ ѣдкимъ кали, получилъ въ осадкѣ отъ алькоголя тѣло подобное гумми, которое послѣ гидролиза возстановляло Фелингову жидкость и давало кристаллическое соединеніе съ фенилгидразиномъ.

Fränkel [3]), кипятя осажденный и промытый альбуминъ съ баритомъ, получилъ кристаллическій продуктъ, растворимый въ водѣ, не дающій реакцій на бѣлокъ, но проявляющій послѣ гидролиза многія свойства углеводовъ, особенно въ отношеніи къ Фелинговой жидкости и фенилъ-гидразину. При нагрѣваніи съ соляной кислотой и флороглюциномъ окраски не получалось, слѣдовательно тѣло это не было пентозаномъ. Анализъ кристаллическаго продукта далъ числа отвѣчающія формулѣ: $2\ (C_6\ H_9\ O_4\ NH_2)+H_2O$, т.-е. это есть тѣло построенное изъ двухъ частицъ глюкозамина (хитозамина), такъ же какъ дисахаридъ изъ глюкозы.

Напомнимъ, что глюкозаминъ полученъ при гидролизѣ съ одной стороны хитина, а съ другой — клѣточныхъ стѣнокъ грибовъ (Винтерштейномъ).

То же кристаллическое вещество Fränkel получилъ изъ альбумина еще и другимъ путемъ, именно дѣйствуя на бѣлокъ пепсиномъ въ присутствіи соляной кислоты при 35°; но выходъ чистаго продукта въ обоихъ случаяхъ былъ невеликъ — около 1%; размѣры потерь впрочемъ остаются неизвѣстными.

Въ текущемъ году появилась статья Blumental'я и Mayer'а [4]) въ которой авторы сообщаютъ о полученіи глюкозы изъ альбумина (предварительно хорошо очищеннаго осажденіемъ и промываніемъ). Послѣ кипяченія съ 4—5% соляной кислотой въ теченіе 2—3 часовъ, удаленія неразложеннаго бѣлка и концентраціи нейтрализованной жидкости авторы получили обычнымъ пріемомъ озазонъ, плавящійся при 200—205° и по составу отвѣчающій озазону глюкозы (C—60,79%, H—6,52%, N—15,78%). О количествахъ образовавшагося углевода авторы свѣдѣній не сообщаютъ, но судя по тому, что они исходя изъ 20 гр. бѣлка получили достаточно вещества, чтобы перекристаллизовать и сдѣлать анализъ, нужно думать, что выходъ былъ не слишкомъ малъ.

[1]) Bulletin de la société chimique, XXIII, 171, 248, 251. Цит. у Fränkel'я, Sitzungsberichte Wiener Akademie, CVII Bd. (1898) II Abth, 823. Тамъ же обзоръ остальной литературы по вопросу о полученіи углеводовъ изъ бѣлковъ.

[2]) Наблюденія Pavy были подтверждены Кравковымъ (Pflüger's Archiv, 1897).

[3]) Sitzungsberichte Wiener Ak., CVII Bd., II Abth.

[4]) Berichte d. d. Chem. Ges., 1899, № 2-й, стр. 274.

Остается конечно подъ вопросомъ, есть ли эта углеводная группа необходимая составная часть бѣлковой молекулы, или она есть лишь второстепенный ингредіентъ, занимающій положеніе боковой цѣпи, могущій быть и не быть на лицо. До сихъ поръ имѣющіяся положительныя указанія относятся лишь къ бѣлкамъ куринаго яйца; Fränkel не могъ получить своего кристаллическаго продукта изъ міозина.

Я сдѣлалъ попытку получить углеводъ изъ легумина, примѣнивши тѣ же пріемы, какими пользовались Blumental и Mayer. Легуминъ былъ приготовленъ по Риттгаузену и подвергнутъ дѣйствію діастаза, для удаленія слѣдовъ крахмала; затѣмъ этотъ препаратъ былъ подвергнутъ еще разъ очисткѣ, путемъ растворенія въ слабой щелочи, декантированья и фильтрованія раствора черезъ асбестъ и стеклянную ванну, осажденія кислотой и промыванія осадка. Остальныя операціи велись такъ, какъ указано въ статьѣ Blumental'я и Meyer'а; но при нагрѣваніи съ фенилъ-гидразиномъ и уксусной кислотой озазона не получилось [1]).

Конечно, этотъ отрицательный результатъ не рѣшаетъ еще вопроса о присутствіи или отсутствіи углеводной группы въ частицѣ легумина, онъ только показываетъ, что если она и присутствуетъ, то отщепленіе ея происходитъ при иныхъ условіяхъ, нежели въ случаѣ животнаго альбумина; можетъ быть она отщепляется труднѣе, тогда означенной концентраціи кислоты и времени кипяченія недостаточно; или она отщепляется легче—тогда она удаляется еще при операціяхъ очищенія легумина. Но возможно и то, что не всякій бѣлокъ содержитъ эту группу въ томъ видѣ, какъ альбуминъ куринаго яйца.

Можно думать, что врядъ ли полученіе углеводовъ изъ бѣлковъ представляло бы столько затрудненія, еслибъ ихъ образованіе стояло въ связи съ наличностью въ бѣлкахъ гексоновыхъ основаній, какъ это думаетъ Kossel. Основанія получаются изъ каждаго бѣлка, въ количествахъ весьма значительныхъ; по Hausmann'у, на нихъ приходится отъ 11 до 35% отъ общаго количества азота въ бѣлкѣ.

[1]) Отмѣчу, что я бралъ 100 gr. легумина, тогда какъ Blumental и Mayer брали лишь 20 gr. альбумина.

Вообще гипотеза Kossel'я при нѣкоторой стройности является фактически весьма слабо основанной; совершенно недоказанными являются въ ней два основныхъ пункта: 1) что протамины суть дѣйствительно бѣлки; 2) что остальные бѣлки суть замѣщенные протамины.

Изъ реакцій окрашиванія, свойственныхъ бѣлкамъ, протамины даютъ лишь біуретовую реакцію; общимъ съ бѣлками является еще то, что они поддаются дѣйствію трипсина. Но, въ отличіе отъ бѣлковъ, пепсинъ на нихъ не дѣйствуетъ, Милоновъ реактивъ окраски не даетъ, сѣры они не содержатъ (амидокислотъ при гидролизѣ не даютъ) и по элементарному составу рѣзко отличаются отъ бѣлковъ: по Kossel'ю составъ одного изъ протаминовъ, наприм., отвѣчаетъ формулѣ $C_{30}\ H_{57}\ N_{17}\ O_6$, т.-е. въ немъ содержится вдвое болѣе азота, чѣмъ въ бѣлкахъ.

Относительно возможности полученія изъ протаминовъ тѣлъ подобныхъ бѣлкамъ путемъ введенія въ ихъ частицу амидокислотныхъ группъ данныхъ совершенно не имѣется.

На мой взглядъ болѣе согласуется съ имѣющимися фактами другая попытка построенія гипотетической молекулы бѣлка; эта попытка изложена у Gautier, въ его «Leçons de chimie biologique» [1]) и основывается главнымъ образомъ на фактахъ, добытыхъ Шютценбергеромъ, который подвергъ реакціи разрушенія бѣлка баритомъ не только качественному, но и количественному изученію; у него было опредѣлено, сколько частицъ воды вступаетъ въ реакцію, сколько образуется амміака, угольной, щавелевой и уксусной кислотъ, тирозина; количество другихъ амидокислотъ и ихъ болѣе сложныхъ сочетаній опредѣлено лишь суммарно («residu fixe»).

Количественныя соотношенія при этой реакціи не поддаются выраженію уравненіемъ болѣе простымъ, чѣмъ нижеслѣдующее:

$$C_{250}\ H_{411}\ N_{67}\ O_{43} + 56H_{20} =$$

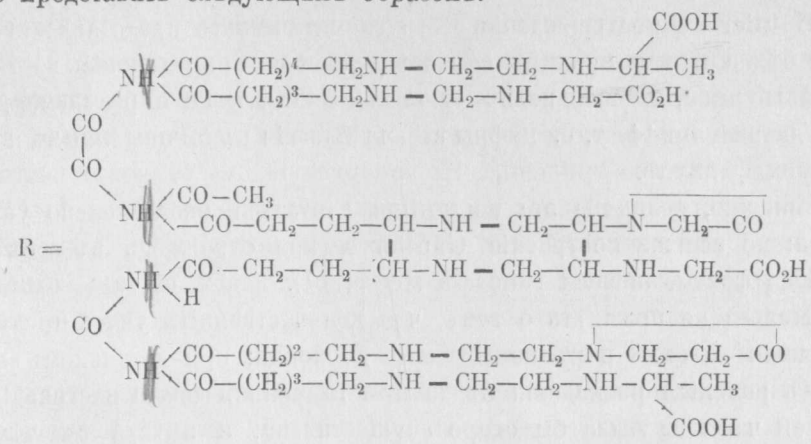
(альбуминъ при молекулярномъ вѣсѣ = 5697)

$$= 16NH_3 + 4C_2H_2O_4 + 4CO_2 + 4C_2H_4O_2 + \underset{\text{тирозинъ}}{C_9H_{11}NO_3} + \underset{\text{„residu fixe“}}{C_{221}H_{440}N_{50}O_{104}}.$$

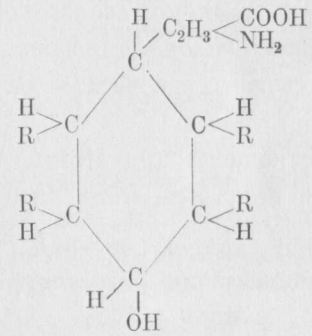
Повидимому на одну частицу тирозина образуется число частицъ другихъ продуктовъ кратное 4. Можно предположить, что молекула бѣлка при гидролизѣ прежде всего распадается на тирозинъ и 4 тождественныхъ (или близкихъ) по построенію группы, въ свою очередь подвергающихся дальнѣйшему распаденію; на каждую изъ такихъ группъ придется по $4NH_3$ и по одной части угольной, щавелевой и уксусной кислотъ; «residu fixe» распредѣляется между этими четырьмя группами

[1]) Стр. 63 и слѣдующія.

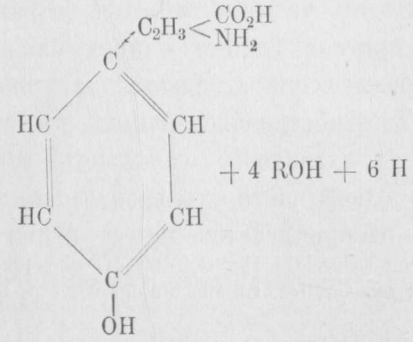
(предположительно) поровну; тогда строеніе каждой такой группы (R) можно представить слѣдующимъ образомъ:



Частица бѣлка будетъ представлена въ видѣ ароматическаго ядра (тирозина), въ которомъ четыре водорода замѣщены этими сложными радикалами; въ виду того, что Шютценбергеръ наблюдалъ еще выдѣленіе небольшихъ количествъ водорода приблизительно въ отношеніи 6H на одну частицу тирозина, то Gautier находитъ болѣе правильнымъ взять гексагидротирозинъ и въ немъ замѣстить 4 водорода вышеуказанными боковыми цѣпями (R). Тогда частица бѣлка представится въ такомъ видѣ:



Первая фаза гидролиза должна быть представлена такъ, что эта частица воспринимаетъ (первоначально) четыре молекулы воды и даетъ:



Далѣе слѣдуетъ распаденіе группы R съ воспринятіемъ новыхъ количествъ воды.

Gautier въ подтвержденіе этого схематическаго представленія о частицѣ бѣлка между прочимъ ссылается на свое опредѣленіе частичнаго вѣса альбумина, давшее величину около 5,800, и на опредѣленіе Дьяконова, давшее 5,944; т.-е. цифры весьма близкія къ вычисленнымъ по описываемой формулѣ.

Конечно, величина эта не можетъ считаться окончательно установленной; но все же построеніе Gautier лучше отражаетъ въ себѣ накопившіеся факты, нежели гипотеза Kossel'я [1]).

Нельзя не пожалѣть о томъ, что количественный учетъ продуктовъ распаденія до сихъ поръ не доведенъ до конца; при детальномъ знакомствѣ съ реакціей распаденія бѣлка при гидролизѣ задача построенія этой сложной частицы была бы скоро осуществлена, а вмѣстѣ съ тѣмъ мы получили бы основанія для раціональной классификаціи бѣлковъ.

---

[1]) Мною опущены при изложеніи схемы Gautier нѣкоторыя подробности мотивировки, также вопросъ о сѣрѣ; см. Gautier, Chimie biologique, стр. 67.

ГЛАВА II.

Распаденіе бѣлковъ и дыханіе въ ихъ взаимныхъ соотношеніяхъ.

A. Зависимость энергіи распаденія отъ возраста ростковъ. Вторичное образованіе аспарагина.

Вопросъ о взаимныхъ соотношеніяхъ между основными функціями растительнаго организма пока еще очень мало затронутъ; имѣющіяся работы касались главнымъ образомъ связи между дыханіемъ и ростомъ [1]).

Въ какомъ отношеніи къ этимъ процессамъ стоитъ процессъ распаденія бѣлковъ, остается въ сущности неизвѣстнымъ; находится ли онъ въ тѣсной связи лишь съ процессомъ дыханія, имѣетъ ли какое-нибудь отношеніе къ распаденію бѣлковъ отложеніе углеводовъ (вторичнаго крахмала, клѣточныхъ стѣнокъ), какъ это думаютъ нѣкоторые авторы [2]), — вотъ вопросы, на которые если и даются отвѣты, то лишь въ чисто гипотетической формѣ; пока не изучена детально зависимость интересующаго насъ процесса отъ возраста растенія, отъ внѣшнихъ условій, при параллельномъ наблюденіи надъ измѣненіемъ остальныхъ функцій (дыханія, роста), до тѣхъ поръ мы не имѣемъ фактической почвы для обсужденія подобныхъ вопросовъ.

Отмѣтимъ слѣдующее наблюденіе, говорящее въ пользу существованія связи между энергіей дыханія и распаденія бѣлковыхъ веществъ: Н. Е. Лясковскій, изучая «проростаніе тыквенныхъ сѣмянъ въ химическомъ отношеніи» (Москва, 1874), нашелъ, что количество образовавшагося аспарагина (глютамина) ростетъ вмѣстѣ съ температурой проростанія, подобно тому, какъ ростетъ количество выдѣляемой углекислоты (l. c., стр. 60); но ближе связь распаденія бѣлковъ съ дыханіемъ прослѣжена

---

[1]) Ср. наприм. Ad. Mayer, Landw. Vers. St,, B. 18, 259 и слѣд.

[2]) Не слѣдуетъ непремѣнно связывать этихъ предположеній со взглядомъ на углеводы, какъ на продуктъ окисленія бѣлковъ; можно представить, что углеводы являются продуктами гидролиза этихъ послѣднихъ.

не была, да и вышеприведенное заключеніе могло быть сдѣлано лишь въ самой общей формѣ, такъ какъ анализы относились къ растеніямъ не только росшимъ при разныхъ температурахъ, но въ то же время и не одновозрастнымъ (ср. данныя на стр. 19—22, l. c.).

Въ моей работѣ «о распаденіи бѣлковыхъ веществъ при прорастаніи (Москва, 1895) имѣются нѣкоторыя данныя для сравненія энергіи дыханія и распаденія бѣлковъ въ послѣдующіе десятидневные періоды развитія растеній; именно, если все количество распавшагося бѣлка (въ одномъ случаѣ) и всю потерю въ вѣсѣ вслѣдствіе дыханія (въ другомъ случаѣ) принять за 100, то на десятидневные періоды придутся слѣдующія доли отъ конечнаго эффекта:

	I	II	III
Энергія дыханія.	47,0%	24,3%	19,3%
Энергія распаденія бѣлковъ .	66,0%	23,9%	12,1%

Эти данныя показываютъ, что оба процесса съ наибольшей энергіей совершались въ первый періодъ, въ послѣдующіе же наступило замедленіе; далѣе можно заключить, что процессъ распаденія, какъ бы опережаетъ (относительно) процессъ дыханія, но далѣе замедляется въ болѣе сильной мѣрѣ [1]).

Очевидно, что десятидневные промежутки слишкомъ велики при подобныхъ сопоставленіяхъ, чтобъ извѣстная законность измѣненія энергіи дыханія во времени («большой періодъ», «большая кривая дыханія») была установлена путемъ ежедневныхъ учетовъ, также и для процесса распаденія бѣлковъ необходимо изслѣдованіе болѣе детальное, способное обнаружить, нельзя ли говорить также о «большой кривой» распаденія бѣлковъ и образованія аспарагина, или же ходъ этихъ процессовъ подчиняется другой законности, нежели въ случаѣ дыханія.

Первое предположеніе казалось мнѣ болѣе вѣроятнымъ, такъ какъ существованіе нисходящей части кривой является несомнѣннымъ изъ вышеприведенныхъ цифръ для Vicia sativa, оно подтверждается также данными и для Vicia Faba [2]); что касается восходящей части, то о ея существованіи я заключилъ изъ анализа 3-хъ-дневныхъ ростковъ Vicia sativa, который сдѣланъ былъ мною еще въ 1894 году, но не цитированъ въ моей первой работѣ по распаденію бѣлковъ; изъ сопоставленія состава этихъ ростковъ съ составомъ сѣмянъ слѣдуетъ, что за первые 3 дня распалось весьма мало бѣлковъ, лишь столько, сколько приходится

[1]) Это совпадаетъ съ данными нижеописываемыхъ опытовъ (нужно только отмѣтить, что въ цитированномъ опытѣ возрастъ ростковъ считался со дня посадки ихъ на канву, ср. ниже).

[2]) Ср. главу II цитир. выше моей работы 1895 г.

въ среднемъ на 1 день перваго десятидневія [1]); это значитъ (если этотъ результатъ не случайный), что восходящая часть кривой существуетъ, что maximum лежитъ гдѣ-нибудь во второй половинѣ перваго десятидневія.

Для провѣрки этихъ предположеній я предпринялъ *ежедневный* учетъ количествъ азота въ видѣ бѣлковъ и амидосоединеній (въ частности—аспарагина), при чемъ параллельно велись опредѣленія выдѣляемой ростками углекислоты.

Опытъ велся слѣдующимъ образомъ.

Сѣмена гороха намачивались въ водѣ въ теченіе сутокъ, а затѣмъ помѣщались между влажной пропускной бумагой; въ это же время отбиралась проба для анализа сѣмянъ, какъ исходнаго матеріала. Это дѣлалось послѣ намачиванія въ виду того, что сѣмена бобовыхъ, какъ содержащія фосфорнокислыя щелочи, способны отдавать часть бѣлковыхъ веществъ окружающей ихъ водѣ [2]), слѣдовательно, если бы мы брали для анализа сѣмена не подвергшіяся анализу, то отнесли бы на счетъ процесса проростанія то, что къ нему прямо не относится.

Между пропускной бумагой сѣмена оставались до тѣхъ поръ, пока не образовывали корешковъ, позволявшихъ помѣстить ихъ на сѣткѣ, пропитанной парафиномъ и натянутой надъ дистиллированной водой, къ которой прибавлялся въ небольшихъ количествахъ гипсъ; извѣстно, что соли извести имѣютъ существенное значеніе для прорастающихъ сѣмянъ бобовыхъ, обусловливая образованіе болѣе сильныхъ ростковъ, вызывая болѣе энергичное использованіе отложеннаго въ сѣмянодоляхъ безазотистаго матеріала, какъ это доказали работы Böhm'a, Raumer'a, Kellermann'a и Liebenberg'a; а изъ моей работы надъ Vicia sativa видно, что одновременно усиливается энергія превращенія и бѣлковыхъ веществъ [3]).

Сосудами для проращиванія служили кристаллизаціонныя чашки, около 3-хъ литровъ вмѣстимостью; на каждой сѣткѣ помѣщалось около сотни ростковъ; чашки находились въ темномъ пространствѣ за все время опыта.

Возрастъ ростковъ опредѣлялся числомъ дней протекшихъ съ момента помѣщенія набухшихъ сѣмянъ въ пропускную бумагу; отмѣчаю это потому, что часто ведутъ счетъ съ момента посадки ростковъ на канву (это

[1]) Вотъ распредѣленіе азота въ сѣменахъ и 3-хъ-дневныхъ росткахъ въ % отъ всего азота:

	Сѣмена.	3-хъ-дневные ростки.
Азотъ бѣлковъ	89,9%	85,2%
Азотъ амидный	6,9%	10,3%
Въ томъ числѣ на аспарагинъ . . .	1,2%(?)	4,4%
N органич. основаній	5,7%	

[2]) Ср. Ritthausen, die Eiweisskörper, стр. 207; по моимъ опредѣленіямъ эта потеря для Vicia sativa можетъ достигать $^1/_{20}$ части всѣхъ бѣлковыхъ веществъ сѣмени; см. мою первую работу по распаденію бѣлковъ, стр. 17.

[3]) l. c., стр. 38; тамъ же ссылки на литературу.

относится и къ моей работѣ надъ Vicia sativa); при точномъ учетѣ, когда каждый день имѣетъ значеніе, такой пріемъ конечно неудобенъ, такъ какъ время перенесенія ростковъ на канву не является строго опредѣленнымъ.

Каждый день извѣстное число ростковъ (обыкновенно не менѣе 40 часто 100 и болѣе) помѣщались на нѣсколько часовъ въ приборъ для опредѣленія количества выдѣляемой углекислоты. Приборъ этотъ устроенъ былъ слѣдующимъ образомъ.

Втягиваемый посредствомъ аспиратора воздухъ проходилъ черезъ 4 колонки съ кусками пемзы, смоченными крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго натра, затѣмъ поступалъ въ сосудъ, вмѣщавшій ростки. Сосудъ этотъ мѣнялся въ зависимости отъ величины ростковъ: при первыхъ стадіяхъ онъ былъ меньше, при послѣдующихъ, когда ростки уже вмѣщались въ малый сосудъ, онъ замѣнялся большимъ. Дѣлалось это съ цѣлью уменьшить по возможности объемъ воздуха, окружавшаго ростки и ускорить такимъ образомъ обмѣнъ этого воздуха. Соотвѣтственно этому въ молодыхъ стадіяхъ ростки помѣщались въ коническую колбу, закрытую каучуковой пробкой, съ короткой приводящей и длинной (почти до низу) отводящей трубками. Позднѣе болѣе длинные ростки помѣщались въ кристаллизаціонной чашкѣ (на сѣткѣ) подъ стеклянный колоколъ, погруженный краями въ ртуть и снабженный на верху пробкой съ такими же, какъ выше, трубками; надъ ртутью наливался небольшой слой воды, чтобы избѣжать вреднаго вліянія паровъ ртути на растенія. Самыя растенія также взбрызгивались водой, чтобы воздухъ проходящій около нихъ былъ насыщенъ влагой и не вызывалъ замѣтной потери воды растеніями за время опыта; эти капли воды не исчезали за тѣ нѣсколько часовъ, въ теченіи которыхъ длился опытъ.

Кромѣ того сосудъ съ растеніями закрывался картоннымъ чехломъ, съ прорѣзами для приводящей и отводящей трубокъ, съ цѣлью устранить доступъ свѣта.

Выходящій изъ колокола (или изъ колбы) воздухъ проходилъ послѣдовательно черезъ три поглотителя Фрезеніуса, содержавшихъ децинормальный растворъ ѣдкаго барита: количество раствора мѣнялось (чаще всего отъ 50 до 100 к. с. въ каждомъ поглотителѣ), въ зависимости отъ энергіи дыханія и количества взятыхъ для опыта ростковъ. Во всякомъ случаѣ главная масса осадка получалась въ первомъ поглотителѣ, въ второмъ—лишь небольшое количество, а въ третьемъ обыкновенно наблюдалось лишь легкое помутнѣніе.

Обыкновенно опытъ длился въ продолженіи 4—6 часовъ; по окончаніи опыта растворъ барита сливался въ измѣрительную колбочку (въ 200—500 к. с., смотря по количеству барита), поглотители быстро промывались дистиллированной водой и промывныя воды приливались къ раствору

барита; затѣмъ колба дополнялась до черты водой, содержаніе ея взбалтывалось и оставлялось въ покоѣ; послѣ совершеннаго освѣтлѣнія жидкости пипеткой брались пробы для титрованія, и простой разсчетъ показывалъ, сколько барита было связано углекислотой за время опыта. Количество углекислоты, выдѣленное 100 растеніями за 1 часъ, служило мѣрой энергіи дыханія.

Ростки тотчасъ по окончаніи опыта съ дыханіемъ подвергались высушиванью въ просторномъ шкафу при 70—80° С. Какъ показалъ опытъ, сушка должна вестись быстро, чтобы возможно скорѣе убить растенія; не слѣдуетъ въ особенности оставлять на ночь растеній, не утратившихъ достаточнаго количества влаги или не подвергнувшихся достаточно сильному нагрѣванію; при медленной сушкѣ распаденіе бѣлковъ продолжается и вызванныя этимъ колебанія способны нѣсколько нарушать ту правильность, какая намѣчается при ежедневномъ учетѣ убыли бѣлковъ въ проростающемъ сѣмени.

Послѣ сушки въ измельченныхъ росткахъ опредѣлялось общее количество азота, количество азота въ бѣлкахъ и количество аспарагина. Количество остальныхъ небѣлковыхъ азотистыхъ тѣлъ могло быть извѣстно лишь по разности. Первоначально могло казаться сомнительнымъ, позволятъ ли существующіе методы учесть измѣненія, происходящія въ азотистыхъ составныхъ частяхъ ростковъ за 24 часа; однако опытъ показалъ, что при должныхъ предосторожностяхъ это въ извѣстной мѣрѣ возможно.

Именно, при нѣкоторой тщательности, при неслишкомъ малыхъ навѣскахъ и употребленіи децинормальныхъ растворовъ, можно добиться того, что отдѣльныя показанія при опредѣленіи азота бѣлковъ по Штуцеру не будутъ разниться между собой болѣе чѣмъ на 0,03—0,05%; вездѣ гдѣ это было существенно, анализъ повторялся, разъ только разница между отдѣльными опредѣленіями была болѣе чѣмъ 0,05%. При содержаніи всего азота въ росткахъ въ 4—5% эта разница составитъ около 1% отъ общаго количества азота (его я принимаю за 100 и выражаю въ % отъ этой величины распредѣленіе азота по группамъ: бѣлковъ, амидокислотъ, кислотныхъ амидовъ). Такъ какъ опытъ показалъ, что за сутки переходитъ изъ формы бѣлковъ въ амидосоединенія обыкновенно болѣе 1% отъ общаго количества азота, а иногда и болѣе 10%, то нужно признать методъ пригоднымъ по крайней мѣрѣ для той цѣли, чтобы отмѣтить дни наиболѣе энергичнаго распаденія.

При опредѣленіяхъ аспарагина по способу Саксе можно значительно повысить чувствительность метода, увеличивая навѣску; здѣсь это дѣлается безъ всякихъ неудобствъ, такъ какъ дальнѣйшей обработкѣ подвергается лишь водная вытяжка изъ анализируемаго матеріала; если, наприм., нашъ матеріалъ содержитъ 1% азота въ формѣ аспарагина и навѣска равна

10 граммамъ, то мы въ дистиллятѣ получимъ 50 mgr. азота въ видѣ амміака (такъ какъ лишь половина азота переходитъ въ амміачную соль при кипяченіи съ HCl); при децинормальныхъ растворахъ это отвѣчаетъ 35,7 куб. сант. сѣрной кислоты, слѣдовательно при титрованіи возможно замѣтить разницы даже въ $^1/_{100}$ названной величины, т.-е. 0,36 к. с.; примемъ, что чувствительность опредѣленія вдвое ниже, что мы отмѣчаемъ лишь разницы въ 0,72 куб. сант., все-таки это будетъ отвѣчать, 0,02 азота аспарагина, что при содержаніи общаго азота въ 4—5% составитъ $^1/_{200}$—$^1/_{250}$ долю, слѣдовательно, при опредѣленіяхъ аспарагина мы можемъ учесть переходъ азота изъ формы бѣлковой въ форму аспарагина съ точностью до $^1/_2$% (по выше принятому масштабу—выражая переходъ азота изъ одной формы въ другую въ процентахъ отъ всего азота), что касается частностей выполненія анализа, то отмѣчу слѣдующее.

Опредѣленіе азота дѣлалось по способу Kieldal'я въ видоизмѣненіи Böttcher'a (отгонка съ цинковой пылью, безъ сѣрнистой щелочи [1]). Азотъ бѣлковъ опредѣлялся по Штуцеру, при чемъ передъ прибавкой $Cu(OH)_2$ приливалось по 10 к. с. 5% раствора кислотъ; затѣмъ обращалось вниманіе на то, чтобы количество окиси мѣди было достаточно велико, въ виду того, что часто приходилось имѣть дѣло съ объектами весьма богатыми амидосоединеніями и много мѣди переходило въ растворъ; въ такихъ случаяхъ я увеличивалъ ея количество въ $1^1/_2$—2 раза противъ нормы. Недостатокъ $Cu(OH)_2$ бываетъ замѣтенъ отчасти по цвѣту осадка, остающагося на фильтрѣ.

При опредѣленіяхъ аспарагина въ объектахъ содержащихъ немного этого вещества я бралъ 2 навѣски, обыкновенно не менѣе (а иногда—болѣе) 10 гр. каждая и приготовлялъ водную вытяжку *порознь* изъ каждой, при нагрѣваніи на водяной банѣ (часто готовятъ одну вытяжку, а затѣмъ дѣлятъ ее пополамъ, но при этомъ выпадаетъ контроль на полноту извлеченія). По нѣкоторомъ охлажденіи къ жидкости приливался свинцовый уксусъ по каплямъ, до прекращенія образованія осадка, и вытяжка отфильтровывалась черезъ сложный фильтръ въ градуированный цилиндръ, куда поступали также и промывныя воды; объемъ фильтрата обыкновенно не превышалъ 300—400 куб. с. Къ нему прибавлялась крѣпкая соляная кислота, въ количествѣ 7—8 куб. с. на каждыя 100 к. с. жидкости; кипяченіе съ обратнымъ холодильникомъ велось $1^1/_2$—2 часа,

[1]) См. мою прежнюю работу, стр., 35. Къ свѣдѣнію лабораторій, не имѣющихъ газа, замѣчу, что нагрѣваніе съ сѣрной кислотою по Кіельдалю удобнѣе и экономичнѣе всего дѣлается на керосиновыхъ горѣлкахъ (типа Primus, по три колбы на одной горѣлкѣ, на общемъ штативѣ), отгонка хорошо идетъ на обыкновенныхъ бензинкахъ; большой сушильный шкафъ нагрѣвался также бензиномъ, а обыкновенныя воздушныя бани—древеснымъ спиртомъ. Бензиновыя горѣлки Barthel'я оказались слишкомъ сильными для окисленія по Кіельдалю - сѣрная кислота часто выкипаетъ; онѣ удобны лишь для прокаливанія.

нейтрализація шла слѣдующимъ образомъ: сначала приливался растворъ ѣдкаго натра извѣстной концентраціи, чтобы нейтрализовать приблизительно три четверти кислоты, а затѣмъ прибавлялся чистый углекислый кальцій, до прекращенія замѣтнаго выдѣленія газа. Обычная нейтрализація содой избѣгалась, въ виду мѣшкотности и риска потерять часть жидкости изъ колбы благодаря вспучиванію. Затѣмъ уже всыпалась магнезія сначала малыми порціями, до появленія щелочной реакціи (которая обнаруживалась благодаря прибавкѣ нѣсколькихъ капель раствора фенолфталеина), а затѣмъ прибавлялся нѣкоторый избытокъ магнезіи. Дистиллятъ я всегда титровалъ тотчасъ, такъ какъ къ парамъ воды здѣсь повидимому примѣшивается, кромѣ амміака, какое-то вещество, способное окисляться на воздухѣ; это можно думать на основаніи того обстоятельства, что доведенная до слабо щелочной реакціи жидкость при стояніи способна дѣлаться вновь слабо кислой на лакмусъ (хотя измѣненія эти и незначительны).

Перехожу къ изложенію результатовъ опытовъ съ Pisum sativum, относящихся къ марту 1897 года. Такъ какъ способъ полученія данныхъ долженъ быть ясенъ изъ вышеизложеннаго, то перехожу прямо къ цифровымъ результатамъ.

I. Pisum sativum.

Возрастъ ростковъ(въ суткахъ).	Число ростковъ въ опытѣ съ дыханіемъ.	Температура помѣщенія (R⁰).	Углекислота, выдѣленная 100 ростками за 1 часъ (миллиграммы).	Содержаніе азота въ растеніяхъ [1]).	Содержаніе азота бѣлковъ[1]).	Азотъ аспарагина въ % [1]).
0 [2]).	—	—	—	3,80	3,62	0,054
1	—	—	—	4,03	3,67	0,076
2	156	15—$15^1/_2$	11,84	4,01	3,53	0,101
3	100	$15^1/_2$	15,03	4,11	3,42	0,117
4	115	$15^1/_2$	20,64	4,14	3,40	0,140
5	127	$16^1/_2$	27,13	4,18	3,24	0,182
6	110	16	25,69	4,36	3,32	0,192
7	122	$15^1/_2$—16	26,05	4,05	2,99	0,221
8	107	14—15	28,89	4,37	2,69	0,392
9	45	14—15	36,47	4,38	2,27	0,546
10	42	15	43,42	4,52	2,12	0,715
11	29	15	50,25	4,57	2,14	0,808
12	44	15	38,41	—	—	—
13	44	15	35,00	—	—	—
14	40	15	36,00	4,85	1,93	1,080
15	—	—	—	—	—	—
16	40	15	26,76	—	—	—
18	50	$15^1/_2$	24,00	5,42	2,01	1,425

[1]) Проценты отъ воздушносухой массы.

[2]) Подъ нулевымъ возрастомъ разумѣются набухшія сѣмена.

Въ виду того, что вѣсъ ростковъ мѣняется, процентное содержаніе въ нихъ азота въ той или иной формѣ не можетъ служить непосредственно мѣрой для инергіи распаденія бѣлковъ. Наиболѣе удобно будетъ принять содержаніе всего азота для каждой стадіи за 100 и количество азота въ формѣ бѣлковъ и аспарагина выразить въ процентахъ; тогда мы получимъ въ одномъ случаѣ нисходящій, а въ другомъ—восходящій рядъ величинъ:

Возрастъ ростковъ.	Относительное содержаніе азота бѣлковъ. %	Тоже для азота аспарагина. %
0	95,26	1,42
1	91,07	1,88
2	88,03	2,45
3	84,67	2,79
4	81,20	3,38
5	77,51	4,30
6	76,13	4,97
7	73,82	5,46
8	61,55	8,97
9	51,83	12,43
10	46,90	15,86
11	46,83	17,74
14	39,79	22,26
18	37,36	26,24

Для того, чтобы получить суточную скорость распаденія бѣлковъ и образованія аспарагина, вычтемъ другъ изъ друга сосѣднія цифры; въ тѣхъ случаяхъ, когда промежутокъ между двумя показаніями болѣе сутокъ, раздѣлимъ разность на число дней въ промежуткѣ, чтобы получить среднюю суточную скорость распаденія бѣлковъ и образованія аспарагина. Тогда получимъ слѣдующія величины, допускающія прямое сравненіе съ данными относительно энергіи дыханія. (См. цифры на стр. 37).

Тѣ же данныя нанесены графически на таблицѣ XIV фиг. 1. Кривая распаденія построена такимъ образомъ, что на оси абсциссъ отложенъ возрастъ ростковъ въ дняхъ, а ординаты показываютъ, сколько азота въ теченіе сутокъ перешло изъ формы бѣлковъ въ небѣлковыя соединенія, въ % отъ общаго количества азота: каждый сантиметръ отвѣчаетъ 1%. Также построена кривая накопленія аспарагина. При построеніи кривой дыханія на ординатахъ отложено число миллиграммовъ углекислоты, выдѣлявшейся 100 растеніями за 1 часъ въ теченіе даннаго дня.

Данныя эти показываютъ, что распаденіе бѣлковъ идетъ сначала относительно медленно, со скоростью отъ 2 до 4% въ сутки; затѣмъ скорость увеличивается, достигая на 8-е сутки 12%, далѣе опять падаетъ, ослабѣвая сильнѣе, чѣмъ при началѣ проростанія. Точно также скорость образованія аспарагина выражается сначала долями процента, въ срединѣ опыта повышается до 3,5%, позднѣе опять понижается.

Возрастъ.	Энергія дыханія.	Скорость распаденія.	Скорость образованія аспарагина.
0	—	4,19	0,46
1	—	3,04	0,57
2	11,84	3,36	0,34
3	15,03	3,47	0,59
4	20,64	3,69	0,92
5	27,13	1,38(?)	0,17(?)
6	25,69	2,31	0,99
7	26,06	12,27	3,51
8	28,89	9,72	3,46
9	36,47	4,93	3,43
10	43,42	3,07	1,88
11	50,25	(2,33)	(1,50)
12	38,41	2,33	1,50
13	35,00	(2,33)	(1,50)
14	36,00	(0,59)	(0,99)
15	—		
16	26,76	0,59	0,99
17	—		
18	24,00	(0,59)	(0,99)

Maximum для обѣихъ кривыхъ наступаетъ приблизительно одновременно; но при сравненіи ихъ съ кривой дыханія обнаруживается, что maximum выдѣленія углекислоты запаздываетъ на нѣсколько дней сравнительно съ maximum'омъ распаденія.

Интересно, что кривая образованія аспарагина во 2-й своей половинѣ обнаруживаетъ стремленіе приближаться къ кривой распаденія и даже идти выше ея; ниже мы увидимъ, что это явленіе не случайное и повторяется на разныхъ объектахъ; мы вернемся еще къ нѣкоторымъ соображеніямъ по этому поводу позднѣе.

Остановимся еще на одной частности. Кривая распаденія бѣлка обнаруживаетъ мѣстное пониженіе между 5 и 6-мъ днемъ; это пониженіе не можетъ быть отнесено на счетъ аналитической неточности, такъ какъ

тогда же обнаруживается пониженіе кривой образованія аспарагина, да и кривая выдѣленія углекислоты отражаетъ на себѣ отчасти какое-то вліяніе если не пониженіемъ своимъ, то задержкой подъема. Очевидно, дѣло не въ анализѣ, а въ самомъ матеріалѣ; особенности матеріала могутъ быть или случайны, или въ самомъ дѣлѣ на 6-й день имѣетъ мѣсто какая-то особенность, вызывающая временное пониженіе обмѣна веществъ; я склонялся въ пользу перваго толкованія и предполагалъ, что или несоблюденіе вышеупомянутыхъ условій сушки, или какая-нибудь неправильность въ выборѣ средней пробы для даннаго дня вызвала это мѣстное пониженіе кривыхъ. Въ послѣднее время появилась работа Тольскаго «о теплотѣ выдѣляемой горохомъ при проростаніи» [1]); авторъ наблюдалъ достиженіе maximum'а выдѣленія тепла на 12—13 сутки; въ началѣ ординаты также довольно велики, но на 5—6-й день замѣчается рѣзкое мѣстное пониженіе кривой. Опытъ повторялся нѣсколько разъ, каждый разъ это мѣстное пониженіе также наблюдалось. Работа Тольскаго дѣлаетъ возможнымъ предположеніе, что и въ процессѣ распаденія бѣлковъ пониженіе кривой на 5—6-я сутки быть можетъ не было явленіемъ случайнымъ, а стоитъ въ связи съ какой-то переходной фазой въ развитіи растенія. Конечно, предположеніе это нуждается въ фактической провѣркѣ.

Перехожу къ результатамъ опыта съ Vicia Faba.

Это растеніе выбрано было мной какъ объектъ при сравненіи процессовъ дыханія и распаденія бѣлковъ по слѣдующей причинѣ: въ литературѣ имѣется указаніе, будто кривая дыханія въ данномъ случаѣ проходитъ оригинальнымъ образомъ—параллельно оси абсциссъ, не обнаруживая maximum'а; если бы это было такъ, то опредѣленіе хода распаденія бѣлковъ представляетъ здѣсь особый интересъ: совпадая или не совпадая съ своеобразнымъ ходомъ кривой дыханія, наша кривая могла бы указывать, существуетъ ли близкая зависимость между двумя этими процессами или нѣтъ.

Мой опытъ не подтвердилъ прежнихъ наблюденій относительно хода дыханія у Vicia Faba; кривая обнаружила ясный подъемъ до maximum'а и затѣмъ столь же ясное пониженіе (см. графику 2 на табл. XV и цифровыя данныя ниже). Правда, на кривой наблюдаются частныя (вторичныя) отклоненія, но это не представляетъ чего нибудь особеннаго, когда дыханіе опредѣляется не для тѣхъ же самыхъ растеній изо-дня въ день, но для ежедневно смѣняющихся порцій, являющихся средними пробами; такъ, въ опытахъ Ад. Майера съ пшеницей наблюдалось то же самое [2]).

Что касается вопроса, почему въ опытѣ Ришави не получилось maximum'а, то нужно думать, что его наблюденія касались лишь средней

[1]) Извѣстія Лѣсного Института, 2-й выпускъ, и Труды Спб. Общества Естествоиспытателей, XXIX, вып. 3-й.

[2]) Landw. Vers. St. B. 18.

части большого періода, а начальная и конечная стадіи не изучались; такъ, при описаніи опыта въ Landw. Versuchsstationen за 1876 г., на стр. 333 говорится: «Sobald der Stengel 1 ct. Länge erreicht hatte, wurde eine der Keimlinge behutsam mit destilliertem Wasser abgewaschen und dann in den Recipienten gesetzt». Очевидно, здѣсь наблюдалась средняя часть кривой, которая при медлительности развитія Vicia Faba дѣйствительно является растянутой и можетъ быть принята при краткомъ періодѣ наблюденія за прямую. Кромѣ того отличія, что у меня опытъ былъ начатъ ранѣе и продолжался большее число дней, нежели у Ришави, слѣдуетъ еще отмѣтить, что у меня опредѣлялась средняя энергія дыханія для 100 и болѣе растеній, а тамъ въ аппаратъ помѣщалось одно растеніе.

Постановка моего опыта была та же самая, какая выше описана для гороха; но въ виду медленнаго темпа развитія, характеризующаго Vicia Faba, анализы здѣсь дѣлались часто не ежедневно, а черезъ день, а иногда и черезъ большіе промежутки; изъ таблицы видно, на какіе дни приходятся пропуски анализовъ.

II. Vicia Faba.

Возрастъ ростковъ.	Число ростковъ взятыхъ для опыта.	Температура R°.	Углекислота на 100 раст. за 1 часъ. миллиграммы.	Азотъ общій.	Азотъ бѣлковъ.	Азотъ аспарагина.
				въ % отъ воздушно-сухой массы.		
0	—	—	—	4,31	3,75	—
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—
3	143	14,5	13,2	5,23	—	0,20
4	144	14—15	14,5	—	—	—
5	144	14,5—15	16,4	4,69	—	0,23
6	115	14,5	17,9	4,02	—	—
7	109	15	18,8	4,74	3,83	0,28
8	112	15	20,4	5,29	4,16	0,32
9	105	14,5	25,2	5,10	3,65	0,54
10	110	14,5	29,3	—	—	—
11	103	15	39,0	5,25	3,10	0,77
12	91	15,5	34,9	5,66	3,09	—
13	99	15,5—16	36,1	5,59	2,81	—
14	87	16	41,1	5,66	—	—
15	135	16	38,8	5,78	2,62	1,24
16	131	15,5	35,2	5,72	2,56	—
17	113	16	40,5	5,70	—	1,48
18	100	16,5	49,9	5,97	—	—
20	101	16	38,3	5,87	2,07	1,74
22	118	16	31,9	6,32	2,12	2,09
26	101	16	27,9	6,28	2,04	2,20
28	78	16	27,6	6,43	2,04	—
23	106	16	21,9	7,04	2,02	2,91

Точно такъ же, какъ выше, выразимъ азотъ бѣлковъ и аспарагина въ процентахъ отъ всего азота:

Возрастъ ростковъ.	Азота бѣлковаго.	Азота аспарагина.
	въ % отъ всего азота:	
0	87,01	—
3	—	3,82
5	—	5,00
6	—	—
7	80,80	5,90
8	78,63	6,68
9	71,57	10,59
11	58,93	14,52
12	54,49	—
13	50,35	—
14	—	—
15	45,45	21,47
16	44,75	—
17	—	25,92
18	—	—
20	35,26	29,70
22	33,54	33,07
26	32,41	35,03
28	31,68	—
33	28,69	41,33

Опять возьмемъ разности между сосѣдними показаніями, раздѣлимъ ихъ на соотвѣтствующее число дней и получимъ среднія суточныя скорости распаденія бѣлковъ и накопленія аспарагина; приведемъ ихъ параллельно съ данными относительно дыханія. (См. цифры на стр. 41).

Эти же данныя нанесены графически на таблицѣ XV фиг. 2. Они показываютъ, что мы опять имѣемъ ту послѣдовательность явленій, какъ и въ опытѣ съ Pisum sativum: сначала распаденіе бѣлковъ идетъ медленно, со скоростью ниже одного процента въ сутки, затѣмъ скорость увеличивается, достигая maximum'а (6—7%) на 8—10 дни, а позднѣе снова падаетъ ниже одного процента. Подобный же ходъ обнаруживаетъ кривая накопленія аспарагина, maximum ея приходится приблизительно на тѣ же дни.

Что касается кривой дыханія, то и здѣсь ея maximum лежитъ значительно правѣе (т.-е. поступаетъ позднѣе) сравнительно съ maximum'ами распаденія бѣлковъ и накопленія аспарагина.

Кривая накопленія аспарагина опять обнаруживаетъ въ концѣ опыта стремленіе приближаться къ кривой распаденія и даже идти выше ея.

Возрастъ ростковъ.	Энергія распаденія.	Энергія образован. аспарагина.	Энергія дыханія.	Возрастъ ростковъ.	Энергія распаденія.	Энергія образован. аспарагина.	Энергія дыханія.
1			—	18	2,35		49,9
2			—	19		1,26	—
3			13,2	20			38,3
4	0,89	0,59	14,5	21	0,91	1,68	—
5			16,4	22			27,9
6		0,45	17,4	23			—
7			18,8	24	0,26	0,49	—
8	2,17	0,78	20,4	25			—
9	7,06	3,91	25,2	26			—
10	6,32	1,97	29,3	27	0,40		—
11	4,34		39,0	28			27,6
12			34,9	29			—
13	4,24	1,74	36,1	30		0,90	—
14			41,1	31	0,60		—
15	2,45		38,8	32			—
16	0,70	2,25	35,2	33			21,9
17			40,5				

Въ моемъ прежнемъ опытѣ съ Vicia Faba, поставленномъ съ другой цѣлью [1]), я теперь нахожу подтвержденіе этого наблюденія; тамъ имѣются слѣдующія данныя по распредѣленію азота для 10—20 дневныхъ ростковъ:

	10 дней.	20 дней.
Азотъ общій	100,00	100,00
Азотъ бѣлковъ	55,62	46,41
Азотъ аспарагина . . .	20,48	29,43

Отсюда высчитываются [2]) слѣдующія среднія скорости распаденія бѣлка и образованія аспарагина по десятидневіямъ:

---

[1]) Распаденіе бѣлковыхъ веществъ при прорастаніи (1895), стр. 35.

[2]) Отношеніе бѣлковаго азота къ общему въ сѣменахъ было около 87%; содержаніе аспарагина въ сѣменахъ принято равнымъ нулю.

	1-е десятидневіе.	2-е десятидневіе.
Средняя суточная скорость распаденія . .	3,1%	0,9%
Средняя скорость образованія аспарагина . .	2,0%	0,9%

Такимъ образомъ въ теченіе второго десятидневія скорость образованія аспарагина уже равна скорости распаденія бѣлковъ.

Еще рельефнѣе замѣчается тоже явленіе въ прежнемъ опытѣ съ Vicia sativa [1]); поступая по вышеизложенному, получаемъ слѣдующія данныя:

Десятидневія:	I	II	III	IV
Скорость распаденія (суточныя среднія) . . .	4,0%	1,36%	0,6%	0,1%
Скорость образованія аспарагина	2,4%	1,0%	0,5%	0,3%

Здѣсь обнаруживается не только уравниванье скоростей двухъ изучаемыхъ процессовъ, но и нѣкоторый перевѣсъ въ образованіи аспарагина надъ энергіей распаденія, подобно тому какъ въ опытахъ теперь описываемыхъ.

Третій опытъ сравнительнаго изученія процессовъ дыханія и распаденія бѣлковъ былъ мной предпринятъ съ проростающими сѣменами Lupinus luteus; постановка опытовъ была совершенно такая же, но ростки здѣсь анализировались безъ оболочекъ, спадающихъ при развертываніи сѣменодолей. При сравнительной мелкости сѣмянъ матеріала было получено немного, поэтому дѣлались только опредѣленія азота общаго и бѣлкового, наряду съ опредѣленіемъ энергіи дыханія; аспарагинъ же въ этомъ опытѣ не опредѣлялся. Анализъ дѣлался большей частью черезъ день. Перехожу прямо къ результатамъ опыта.

III. Lupinus luteus.

Возрастъ ростковъ.	Число ростковъ.	T° (R°).	CO_2 mgr.	Азотъ общій.	Азотъ бѣлковъ.	Отношеніе бѣлковаго азота къ общему.
				въ % возд. сух. вещ.		
0	—	—	—	6,78	6,09	89,82
5	51	17½	20,9	9,43	6,87	72,85
6	46	17½	20,6	—	—	—
7	67	18	21,7	9,87	5,64	57,14
8	41	18	23,4	—	—	—
9	78	18½	26,0	9,87	3,59	36,37
10	42	18	28,4	—	—	—
11	42	18	20,6	—	—	—
12	—	—	—	10,10	2,67	26,43
14	70	17	18,3	10,47	2,50	23,81

[1]) L. c., стр. 22.

Поступая по предыдущему, дѣлимъ разности между сосѣдними показаніями на число дней, ихъ раздѣляющихъ, и получаемъ среднія суточныя скорости распаденія бѣлковъ, которыя и сопоставляемъ съ энергіей дыханія:

Возрастъ ростковъ.	Энергія дыханія.	Энергія распаденія бѣлковъ.
0	—	
1	—	
2	—	3,39
3	—	
4	—	
5	20,9	
6	20,6	7,85
7	21,7	
8	23,4	10,38
9	26,0	
10	28,4	3,31
11	20,6	
12	—	1,31
13	—	
14	18,3	

На таблицѣ XIV фиг. 3, дано графическое изображеніе тѣхъ же данныхъ.

И здѣсь мы видимъ въ общихъ чертахъ проявленіе той же законности: кривая поднимается, обнаруживаетъ maximum приблизительно на 8-й день. Maximum кривой дыханія не достаточно рѣзко выраженъ въ тѣхъ предѣлахъ, въ какихъ прослѣженъ былъ этотъ процессъ; но все же онъ приходится на болѣе поздній возрастъ, нежели maximum распаденія.

Первоначально я предполагалъ повторить опытъ съ люпиномъ при большемъ числѣ ростковъ, чтобы возможно было опредѣлять аспарагинъ, и вообще провести опытъ болѣе продолжительно и систематически. Но тѣмъ временемъ появилась работа Merlis'a надъ Lupinus angustifolius, и я нашелъ, что его данныя позволяютъ обнаружить ту же законность для этого растенія, какая проявилась въ моихъ опытахъ надъ Pisum sativum, Vicia Faba и Lupinus luteus; именно, если взять на основаніи приводимыхъ [1]) этимъ авторомъ данныхъ процентныя отношенія азота бѣлковъ и аспарагина къ азоту общему по трехдневнымъ періодамъ, то получимъ такой рядъ:

Дни:	0	3	6	9	12	15	18
Азотъ бѣлковъ . . .	92,89	84,13	48,51	34,73	28,67	22,33	22,78%
Азотъ аспарагина (въ % отъ всего азота .	—	7,41	29,15	47,59	55,16	58,19	64,59%

[1]) Landw. Vers. Stat. Bd. 48.

Вычисляемъ, какъ выше, средніе суточные скорости распаденія бѣлковъ и образованія аспарагина:

Періоды:	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18
Энергія распаденія . .	2,92%	11,94%	4,52%	2,02%	2,11%	0%
Образованіе аспарагина	2,47%	7,24%	6,14%	2,52%	1,01(?)	2,13

Эти данныя также нанесены графически на той же таблицѣ XIV фиг. 3. (При построеніи кривой по даннымъ Merlis'a я прибавилъ 4 дня къ его показаніямъ относительно возраста ростковъ, такъ какъ онъ очевидно велъ счетъ съ момента посадки ростковъ на канву, а этотъ моментъ пришелся у меня на 4-й день послѣ набуханія сѣмянъ. Конечно, нельзя ручаться, что и Merlis сажалъ на канву именно четырехдневные ростки, но если здѣсь и есть неопредѣленность, то она остается безъ вліянія на форму и взаимное соотношеніе кривыхъ, что для меня и было существенно.)

Отсюда видно, что и у Lupinus angustifolius сбѣ кривыя имѣютъ maximum, приблизительно совпадающій во времени; кривой дыханія здѣсь построить нельзя, такъ какъ этотъ процессъ у Merlis'a не учитывался. Затѣмъ и здѣсь кривая аспарагина во второй половинѣ опыта пересѣкаетъ кривую распаденія и идетъ выше ея [1]). Такимъ образомъ въ этой работѣ, сдѣланной въ другой обстановкѣ и не имѣвшей цѣлью обнаруженія той законности, о которой идетъ рѣчь выше, я нашелъ подтвержденіе своихъ наблюденій. Послѣ этого я счелъ повтореніе опыта съ Lupinus luteus излишнимъ.

Изъ совокупности вышеописанныхъ опытовъ такимъ образомъ вытекаютъ слѣдующія заключенія:

I. Процессъ распаденія бѣлковыхъ веществъ при проростаніи сѣмянъ имѣетъ свой «большой періодъ», характеризуется своего рода «большою кривой».

II. Ходъ накопленія аспарагина выражается подобной же кривой; maximum ея совпадаетъ или, во всякомъ случаѣ, лежитъ очень близко къ maximum'у предыдущей кривой.

III. Обѣ названныя кривыя достигаютъ наиболѣе высокихъ точекъ ранѣе на нѣсколько дней, нежели кривая выдѣленія углекислоты.

Въ имѣющихся до сихъ поръ изслѣдованіяхъ есть указаніе на возможность такого неполнаго совпаденія въ ходѣ основныхъ процессовъ, по Ад. Майеру, maximum'ы роста и дыханія не совпадаютъ совершенно. Замѣтимъ впрочемъ, что процессъ дыханія изученъ съ количественной стороны почти исключительно лишь въ двухъ фазахъ начальной (поглощеніе кислорода) и конечной (выдѣленіе углекислоты); внутренняя же сторона процесса, промежуточныя фазы окисленія ускользаютъ отъ болѣе точнаго изученія; поэтому, на основаніи этихъ внѣшнихъ проявленій дыханія съ ходомъ распаденія бѣлковъ, трудно еще заключить объ отсутствіи внутренней связи между этими двумя процессами [1]).

IV. Въ концѣ періода проростанія энергія накопленія аспарагина (точнѣе—азота въ формѣ аспарагина) превышаетъ скорость распаденія бѣлковъ (точнѣе—скорость перехода азота изъ формы бѣлковъ въ другія соединенія).

Значитъ, въ концѣ періода проростанія аспарагинъ образуется не только на счетъ бѣлка, а и на счетъ другихъ азотистыхъ веществъ; такими веществами, очевидно, должны быть амидокислоты, образующіяся изъ бѣлковъ одновременно съ аспарагиномъ.

Участіе другихъ азотистыхъ соединеній, наприм., органическихъ основаній въ образованіи аспарагина предположить трудно, такъ какъ, наприм., при моихъ опытахъ съ Vicia Faba фосфорновольфрамовая кислота не вызывала образованій осадка въ фильтратѣ отъ осажденія бѣлковъ по Штуцеру (даже при стояніи втеченіе сутокъ), слѣдовательно, здѣсь не содержится въ замѣтныхъ количествахъ обычныхъ основаній, изученныхъ Шульце; кромѣ того, для Lupinus angustifolius опредѣленія Merlis'a показали, что количество органическихъ основаній не убываетъ замѣтно во время опыта.

Какъ же объяснить себѣ это возростаніе азота въ формѣ аспарагина на счетъ азота другихъ амидосоединеній? Для истолкованія этого обстоятельства возможны различные пути; выборъ ихъ мѣняется между прочимъ въ зависимости отъ того, допустимъ ли мы наряду съ процессами распаденія одновременное существованіе синтеза бѣлковъ при проростаніи въ темнотѣ, или не допустимъ.

Возможность образованія бѣлковъ въ темнотѣ изъ амидосоединеній и углеводовъ до послѣдняго времени являлась недоказанной, несмотря на попытки Monteverde, Kinoshita, Hansteen'a; но въ послѣднее время появилась работа Залѣсскаго, дающая факты въ пользу такой возможности (я вернусь къ этимъ работамъ ниже). Если сдѣлать такое допущеніе, то вышеупомянутое явленіе (увеличеніе аспарагиноваго азота на счетъ другихъ амидосоединеній) можетъ быть объяснено потребленіемъ амидокислотъ на синтезъ бѣлка и новымъ образованіемъ продуктовъ распаденія этого бѣлка, съ преобладаніемъ среднихъ аспарагина; иначе го-

[1]) Merlis отмѣчаетъ въ своей работѣ, что въ концѣ опыта происходитъ азотъ аспарагина на счетъ другихъ амидосоединеній.

[1]) Какъ видно изъ вышеизложеннаго, у меня опредѣлялась только энергія выдѣленія углекислоты, а не поглощенія кислорода; а по опытамъ Bonnier и Mangin'a поглощеніе кислорода какъ разъ опережаетъ выдѣленіе углекислоты (Annales de sciences nat, VI Serie. T. 18-й).

воря, это явленіе было бы слѣдствіемъ болѣе легкаго, по сравненію съ аспарагиномъ, потребленія амидокислотъ на образованіе бѣлка [1]). Но если не допускать одновременнаго синтеза бѣлковъ, въ виду явнаго преобладанія условій благопріятствующихъ распаденію, въ виду недостатка углеводовъ въ концѣ періода проростанія, особенно въ стеблевыхъ частяхъ, то остается заключить, что возможно *вторичное* образованіе аспарагина на счетъ амидокислотъ [2]).

Допустимъ, что рѣчь идетъ о моноамидокислотахъ. Тогда отсюда вытекаетъ еще одно вѣроятное слѣдствіе: для того чтобы аспарагинъ, содержащій въ частицѣ двѣ группы NH_2, могъ образоваться изъ амидокислотъ, содержащихъ лишь одну такую группу, нужно предположить участіе двухъ частицъ амидокислоты; изъ нихъ одна должна подвергнуться болѣе глубокому распаденію (вѣроятно окисленію, такъ какъ иначе, быть можетъ, трудно представить выдѣленіе группы NH_2 изъ столь прочной частицы) съ образованіемъ амміака, а другая должна окислиться до аспарагиновой кислоты (поскольку эта послѣдняя не является первичнымъ продуктомъ при гидролизѣ бѣлка) и дать съ остаткомъ отъ предыдущей частицы аспарагиновокислый аммоній, а затѣмъ и аспарагинъ.

Здѣсь, конечно, мы находимся на почвѣ предположеній; но еслибы *эти* предположенія оправдались, то споръ о томъ, есть ли распаденіе бѣлковъ въ растеніи окисленіе (Лёвъ, Палладинъ) или гидратація (Э. Шульце) получилъ бы своеобразное разрѣшеніе, а именно, что сначала частица бѣлка подъ вліяніемъ фермента распадается, гидратируясь совершенно такъ, какъ это происходитъ in vitro, подъ вліяніемъ кислотъ (предположеніе давно высказанное Шульце), но далѣе продукты гидратаціи могутъ подвергаться окисленію, съ образованіемъ амміака, что, быть можетъ, приводитъ затѣмъ къ образованію аспарагина по вышесказанному. Такая послѣдовательность имѣла бы аналогію съ тѣмъ, что происходитъ, повидимому, въ животномъ организмѣ: тамъ бѣлки сначала распадаются подъ вліяніемъ гидролизующаго фермента (трипсина), а затѣмъ уже подвергаются вторичному распаденію, съ окисленіемъ въ тканяхъ, при образованіи амміака; существуютъ опыты, доказывающіе, что мочевина образуется не прямо при распаденіи, а путемъ вторичнаго синтеза; по крайней мѣрѣ изъ карбоминовокислаго аммонія получаютъ мочевину, заставляя эту соль проходить вмѣстѣ съ кровью черезъ кровеносную систему печени и претерпѣвать тамъ дегидратацію [3]).

---

[1]) Это предположеніе высказывалось, наряду съ другими гипотезами, Э. Шульце.

[2]) Къ этому заключенію пришелъ въ послѣднее время и Шульце, см. Zeitschrift für Physiol. Chemie, 1898, Bd. 24. Мой докладъ по этому вопросу относится къ 1-й половинѣ декабря 1897 г. (Ботаническое отдѣленіе Общества Любителей Е., А. и Э.).

[3]) См. напр. Neumeister, Lehrbuch der physiologischen Chemie, I T., 233.

Конечно, въ животномъ организмѣ, при болѣе сильной дифференцировкѣ, возможно и болѣе полное раздѣленіе труда между различными органами, тамъ легче представить одновременное существованіе различныхъ и отчасти прямо противоположныхъ процессовъ (гидратація, окисленіе, вторичные синтетическіе процессы, связанные съ дегидратаціей); но возможно, что и въ прорастающемъ сѣмени въ извѣстной мѣрѣ осуществляется тоже самое, что процессы происходящіе въ сѣменодоляхъ и росткахъ различны между собой.

Отчасти уже имѣются факты, говорящіе въ пользу этого; такъ, въ работахъ Шульце встрѣчаются указанія на различіе состава амидной смѣси въ сѣменодоляхъ и росткахъ; такъ, извѣстно, что главная масса аспарагина находится въ росткахъ, а не въ сѣменодоляхъ; далѣе, Шульце случалось констатировать тирозинъ въ сѣменодоляхъ и не найти его въ росткахъ, или найти его лишь при первыхъ стадіяхъ и не обнаружить позднѣе (напр. въ эндоспермѣ у Ricinus'а [1]).

Такимъ образомъ можно было бы представить, что въ сѣменодоляхъ происходитъ первичное распаденіе бѣлка, состоящее въ гидратаціи, а въ росткахъ продукты первичнаго распаденія подлежатъ вторичнымъ болѣе глубокимъ измѣненіямъ, быть можетъ связаннымъ съ окисленіемъ, съ образованіемъ амміачнаго остатка, идущаго на образованіе аспарагина, путемъ отнятія воды отъ аспарагиновоамміачной соли.

Но вышеприведенныя разсужденія были построены на предположеніи, что вторичное образованіе аспарагина идетъ на счетъ моноамидокислотъ: это не есть однако единственная возможность; если представить, что въ этомъ процессѣ участвуютъ діамидокислоты, то вторичное образованіе аспарагина возможно изъ одной частицы амидокислоты безъ ея глубокаго распаденія, даже безъ участія окислительныхъ процессовъ вообще. Я сейчасъ объясню откуда является такое, съ перваго взгляда ни на чемъ не основанное предположеніе.

Въ послѣднее время доказано, что нѣкоторыя ткани животнаго организма обладаютъ способностью переводить азотъ амидокислотъ въ менѣе прочную форму, въ азотъ кислотныхъ амидовъ; такъ, изъ работы Салазкина [2]) слѣдуетъ, что если пропускать черезъ печень кровь, содержащую гликоколь, лейцинъ или аспарагиновую кислоту, то послѣ прохожденія въ крови увеличивается количество азота въ нестойкихъ соединеніяхъ (подобныхъ мочевинѣ) на счетъ азота амидокислотъ. По Loewi, это превращеніе (перегруппировка изъ $R''NH_2COOH$ въ $R''(OH)CONH_2$) есть ферментативный процессъ, который можно вызвать и внѣ организма,

---

[1]) См. Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 24, стр. 59.

[2]) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. 25, стр. 128.

если вытяжку изъ печени воднымъ растворомъ NaCl осаждать спиртомъ и осажденными веществами пользоваться какъ ферментомъ [1]). Если будетъ окончательно установлена возможность такого процесса въ тканяхъ животнаго организма, то естественно будетъ и въ растеніяхъ ожидать тѣхъ же самыхъ явленій. Но чтобы аспарагинъ могъ образоваться путемъ предполагаемой перегруппировки, нужна наличность діамидокислоты; ближайшимъ къ нему соединеніемъ этой группы будетъ конечно діамидоянтарная кислота.

Но насколько діамидокислоты являются продуктами распаденія бѣлковъ вообще и въ какую рубрику тѣлъ они попадаютъ при обычномъ грубомъ анализѣ? Такъ какъ не только ихъ распространеніе въ растеніяхъ, но и ихъ химическія особенности являются малоизвѣстными, то отвѣтить на эти вопросы сейчасъ сколько-нибудь опредѣленно нельзя.

Выше было упомянуто предположеніе, согласно которому процессъ превращенія азотистыхъ веществъ въ сѣменодоляхъ отличается отъ соотвѣтствующихъ процессовъ въ растущихъ частяхъ. Остановимся нѣсколько ближе на наблюденіяхъ, говорящихъ за или противъ этого предположенія.

Еще Beyer констатировалъ, что ростки люпиновъ богаче аспарагиномъ (по отношенію къ сухому веществу), нежели сѣменодоли; тоже подтвердилъ Шульце [2]), именно онъ нашелъ для 11-тидневныхъ растеній слѣдующую разницу по содержанію аспарагина между сѣменодолями и ростками:

Сѣменодоли.	Ростки.
7,62%	31,81% аспарагина.

Точно также я при своей работѣ надъ Vicia sativa получилъ аналогичныя данныя:

	Сѣменодоли.	Ростки (20-тидневн.).
N въ формѣ аспарагина: опытъ a)	0,60%	3,67%
„ „ „ „ „ b)	0,47%	4,56%

Для Vicia Faba (10-тидн.) эти цифры таковы [3]):

	Сѣменодоли.	Стебли,	Корни.
	0,58%	3,80%	4,04%
Для гороха (10-тидн.):	0,47%	3,35%	

Такимъ образомъ это сильное скопленіе аспарагина въ растущихъ частяхъ оказывается общимъ явленіемъ для разныхъ растеній и разныхъ возрастовъ.

---

[1]) Тамъ же, стр. 518.

[2]) Landw. Jahrbücher, 1878.

[3]) См. анализы И. С. Шулова и Т. В. Локтя во 2-й книгѣ „Извѣстій М. С.-Х. Института“ за 1899 г.

Можно было бы думать, что такъ какъ ростки вообще богаче азотистыми веществами, чѣмъ сѣменодоли, то и аспарагина онъ содержитъ лишь соотвѣтственно больше; но оказывается, что содержаніе его въ росткахъ растетъ не пропорціонально ихъ богатству азотомъ, а гораздо быстрѣе; такъ, въ % отъ всего азота приходилось на аспарагинъ:

	Сѣменодоли.	Ростки.
Для Vicia sativa a)	14,5%	38,2%
b)	13,0%	39,2%
Для Pisum sativum	10,2%	33,7%

	Сѣменодоли.	Стебли.	Корни.
Для Vicia Faba:	11,67%	39,26%	43,53%

Это богатство ростковъ аспарагиномъ не является также простымъ отраженіемъ преобладанія продуктовъ распаденія бѣлка надъ количествомъ этого послѣдняго, такъ какъ отношеніе количества аспарагина къ количеству другихъ амидосоединеній въ росткахъ гораздо выше, чѣмъ въ сѣменодоляхъ; такъ, для люпина, по даннымъ Шульце, приходятся на аспарагинъ слѣдующія доли отъ всего *амиднаго* азота:

	Сѣменодоли.	Ростки.
a)	22,7%	80,1%
b)	26,2%	78,1%

Для Vicia sativa расчетъ показываетъ:

a)	32,2%	65,8%
b)	29,5%	67,0%
Для Pisum sativum	30,0%	50,8%

	Сѣменодоли.	Стебли.	Корни.
Для Vicia Faba:	25,2%	53,3%	65,5%

Всюду, такимъ образомъ, для стеблей констатируется гораздо большее участіе аспарагина въ амидной смѣси, нежели для сѣменодолей. Но нельзя не признать, что еще болѣе важнымъ показателемъ въ вопросѣ о мѣстѣ образованія аспарагина (вообще или вторичнаго образованія — въ частности) могла бы быть концентрація его раствора въ клѣточномъ сокѣ разныхъ органовъ: если бы въ этомъ отношеніи оказалось замѣтныя разницы, то естественно было бы части растенія, содержащія наиболѣе концентрированный растворъ аспарагина, считать мѣстомъ наиболѣе энергичнаго образованія этого продукта.

Шульце [1]) старался получить такого рода данныя для ростковъ люпина; растеніе изъ водныхъ культуръ высушивалось съ поверхности пропускной бумагой, сѣменодоли отрѣзались отъ «осевыхъ» органовъ (Ахе-

---

[1]) Landw. Jahrbücher. 1880, 721.

norganen) и опредѣлялся вѣсъ отдѣльныхъ частей въ свѣжемъ состояніи, съ обычной затѣмъ сушкой и анализомъ. Результаты были таковы:

На 100 частей воды приходилось аспарагина:

	Въ сѣменодоляхъ.	Въ остальныхъ частяхъ.
4-хдневные люпины	0,65	1,30
6-тидневные	1,09	1,45
Тоже, 2-й случай	1,25	1,58
12-тидневн.	1,07	1,18
Тоже, бывш. на свѣту	1,49	2,00
11-тидневн.	1,23	1,62

Цифры Шульце говорятъ, такимъ образомъ, въ пользу того предположенія, что аспарагинъ образуется преимущественно въ растущихъ частяхъ, откуда постепенно проникаетъ въ сѣменодоли подъ вліяніемъ разницы концентраціи. Но я долженъ отмѣтить, что при повтореніи такихъ опредѣленій въ моей лабораторіи надъ горохомъ и бобами получились другіе результаты. Эти опыты были предприняты по моему предложенію Т. В. Локтемъ и И. С. Шуловымъ [1]); объектомъ изслѣдованія были въ обоихъ случаяхъ ростки десятидневнаго возраста; въ отличіе отъ опытовъ Шульце, въ свѣжемъ состояніи взвѣшивались лишь сѣменодоли и стебли, но не корни, такъ какъ обсушиванье корней пропускной бумагой является операціей длительной и могущей уже по этому одному послужить источникомъ погрѣшности.

Въ опытѣ съ бобами оказалось, что на стебли падаетъ 26,5% отъ всего сухого вещества этіолированныхъ ростковъ, на сѣменодоли 68,0%, и на корни—лишь 5,5%; слѣдовательно корни по вѣсу сухого вещества представляли весьма небольшую часть растенія.

Не приводя непосредственныхъ данныхъ анализа [2]), я перейду прямо къ сопоставленію концентраціи растворовъ въ сѣменодоляхъ и стебляхъ (стр. 198 l. c.).

На 100 частей воды приходится:

	Амиднаго азота вообще.	Азота аспарагина.	N другихъ амидосоед.	Растворимыхъ углеводовъ.
Въ сѣменодоляхъ.	0,912	0,230	0,682	2,419
Въ стебляхъ.	0,475	0,253	0,222	0,728

Такимъ образомъ, здѣсь наблюдается большая близость въ концентраціи раствора аспарагина, при весьма значительной разницѣ для другихъ амидосоединеній.

Тотъ же результатъ получился и въ случаѣ гороха:

[1]) См. статьи названныхъ лицъ въ „Извѣстіяхъ“ Института, 1899 г., кн. 2.

[2]) См. подробности 1. c.; тамъ же дано аналитическое приложеніе.

	На 100 частей воды: N аспарагина.	N другихъ амидосоед.
Въ сѣменодоляхъ	0,229	0,53
Въ росткахъ	0,225	0,24

Несовпаденіе этихъ результатовъ съ результатами полученными Шульце для люпина можетъ зависѣть отъ разныхъ причинъ; можетъ быть играетъ роль природа растенія; можетъ быть люпинъ, образующій въ короткій промежутокъ гораздо больше аспарагина нежели горохъ и бобы, дѣйствительно даетъ иную картину распредѣленія, возможно, что концентрація раствора здѣсь не успѣваетъ такъ скоро выравниваться въ разныхъ частяхъ растенія, какъ тамъ, гдѣ образованіе его идетъ медленнѣе. Далѣе, возможно что возрастъ ростковъ здѣсь не безразличенъ; у Шульце наибольшая разница концентрацій наблюдалась для 4-хъ дневныхъ растеній, а мы имѣли дѣло только съ 10-тидневными ростками. Наконецъ нельзя отрицать, что здѣсь возможны и нѣкоторыя погрѣшности при самомъ опытѣ: именно сушка свѣжихъ растеній оказывается условіемъ значительно вліяющимъ на результаты: достаточно, чтобы одни растенія попали при сушкѣ на нижнюю полку сушильнаго шкафа, а другія на верхнюю, чтобы между ними оказалась разница въ количествѣ аспарагина, такъ какъ чѣмъ медленнѣе сохнутъ растенія, тѣмъ далѣе продолжается въ нихъ распаденіе бѣлковъ, и наоборотъ. Шульце не даетъ указаній на то, какъ велась сушка въ вышецитированныхъ опытахъ и были ли предприняты какія-либо предосторожности. Можетъ быть лучше всего въ подобныхъ случаяхъ вовсе избѣгать сушки живыхъ растеній, а предварительно класть ихъ въ спиртъ или умерщвлять ихъ другимъ способомъ, а если прибѣгать къ сушкѣ, то вести ее быстро и помѣщать всѣ растенія въ совершенно одинаковыя условія.

Но если бы даже для всѣхъ растеній оказалось равенство концентраціи аспарагина въ стебляхъ и сѣменодоляхъ, то такой результатъ не былъ бы опроверженіемъ вышеупомянутаго предположенія о мѣстѣ образованія аспарагина: онъ не говоритъ ни за, ни противъ—онъ показывалъ бы только, что аспарагинъ равномѣрно распредѣляется по тканямъ, независимо отъ мѣста своего образованія, что изученіемъ распредѣленія аспарагина нельзя рѣшать поставленнаго вопроса.

Напротивъ, для амидокислотъ распредѣленіе оказывается неравнымъ и указываетъ (какъ это и должно быть) на сѣменодоли, какъ на мѣсто ихъ образованія.

Возможно, конечно, что предположеніе о мѣстѣ вторичнаго образованія аспарагина и не подтвердится, такъ какъ та же самая картина распредѣленія азотистыхъ соединеній въ прорастающемъ сѣмени можетъ быть слѣдствіемъ и иныхъ причинъ помимо превращенія амидокислотъ въ ас-

парагинъ въ росткахъ; такъ, возможно что амидокислоты просто медленнѣе проникаютъ въ ростокъ чѣмъ аспарагинъ и концентрація ихъ раствора не успѣваетъ выравниваться. Нельзя считать невозможной и комбинацію, указанную Шульце [1]), по которой при параллельномъ ходѣ распаденія и частичной регенераціи бѣлка, при болѣе легкой регенераціи на счетъ амидокислотъ, нежели аспарагина, послѣдній накопляется все болѣе и болѣе, а количество первыхъ — убываетъ. Близость этого взгляда къ воззрѣнію Буссенго на аспарагинъ, какъ на отбросъ въ этіолированномъ растеніи, очевидна сама собою.

Въ извѣстной мѣрѣ эти предположенія могли бы уже и теперь быть подвергнуты фактической провѣркѣ, такъ какъ есть средство отдѣлить первичные процессы, протекающіе въ сѣменодоляхъ, въ эндоспермѣ, отъ вторичныхъ, протекающихъ въ росткахъ и затемняющихъ первый рядъ; это средство состоитъ въ наблюденіи надъ опорожненіемъ сѣменодолей и эндоспермовъ лишенныхъ зародыша, оно было съ успѣхомъ примѣнено Ганштееномъ и Пурьевичемъ къ изученію превращеній веществъ безазотистыхъ, отъ него можно ожидать существенныхъ показаній и въ вопросѣ о превращеніяхъ бѣлковыхъ веществъ [2]).

---

[1]) Это одна изъ нѣсколькихъ версій, имъ въ разное время предложенныхъ.

[2]) Въ работѣ Пурьевича есть уже нѣкоторые шаги въ указанномъ направленіи, именно отмѣчается присутствіе бѣлковыхъ веществъ, аспарагина и амидокислотъ въ жидкости окружавшей сѣменодоли; но для вышеуказанной цѣли желательны такія количественныя опредѣленія, которыя дали бы возможность судить, образуется ли аспарагинъ въ отдѣленныхъ сѣменодоляхъ въ томъ же отношеніи къ амидокислотамъ какъ и при нормальномъ прорастаніи.

Аналитическое приложеніе къ главѣ II (A).

Опытъ съ Pisum sativum.

Опредѣленія всего азота по Кіельдалю [1]).

Возрастъ ростковъ (дни).	Навѣска.	H_2SO_4 деци-норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота въ милли-граммахъ.	N въ %.	Среднее.
0	a) 0,6483	17,6	24,68	3,81	3,80
	b) 0,8638	23,5	32,91	3,81	
	c) 0,6462	17,5	24,52	3,79	
1	a) 0,5267	15,3	21,49	4,06	4,03
	b) 0,5209	15,0	21,00	4,01	
2	a) 0,7377	21,4	29,96	4,06	4,01
	b) 0,8486	24,0	33,60	3,97	
3	a) 0,5229	15,4	21,46	4,10	4,11
	b) 0,5323	15,7	22,05	4,12	
4	a) 0,5418	16,0	22,47	4,12	4,14
	b) 0,5393	16,1	22,54	4,16	
5	a) 0,5190	15,5	21,77	4,17	4,18
	b) 0,5215	15,7	22,05	4,19	
6	a) 0,5141	16,1	22,54	4,36	4,36
	b) 0,5143	16,1	22,54	4,37	
7	a) 0,5195	15,2	21,35	4,07	4,05
	b) 0,5182	15,0	21,00	4,03	
8	a) 0,5378	16,6	23,44	4,36	4,37
	b) 0,6997	21,9	30,66	4,38	
9	a) 0,7041	22,0	30,80	4,38	4,38
	b) 0,7030	22,0	30,80	4,39	
10	a) 0,6381	20,7	28,98	4,54	4,52
	b) 0,6373	20,5	28,70	4,50	
11	a) 0,3046	10,0	14,00	4,59	4,57
	b) 0,5942	19,3	27,02	4,56	
14	a) 0,4943	17,1	23,97	4,85	4,85
	b) 0,7472	25,7	35,98	4,82	
	c) 0,7593	26,5	37,14	4,89	
18	a) 0,6734	26,2	36,72	5,45	5,42
	b) 0,6819	26,3	36,82	5,39	

[1]) Вещество для анализа бралось въ воздушно-сухомъ состояніи; опредѣленія сухого вещества большей частью не производилось, такъ какъ для цѣлей опыта важно было лишь опредѣлить соотношеніе между азотомъ общимъ, азотомъ амиднымъ и азотомъ аспарагина въ частности.

Опредѣленія азота бѣлковъ по Штуцеру.

Возрастъ ростковъ (дни).	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота въ миллиграм.	N въ $^0/_0$.	Среднія числа.	Отношеніе азота бѣлковъ ко всему N.
0	a) 1,1006	28,4	39,82	3,62	3,62	95,26
	b) 1.1412	29,6	41,44	3,63		
1	a) 1,0103	26,6	37,24	3,68	3,67	91,07
	b) 1,0139	26,6	37,24	3,67		
2	a) 0,9224	23,4	32,76	3,55	3,53	88,03
	b) 1,3193	33,2	46,48	3,52		
3	a) 1,0158	25,3	35,42	3,48	3,48	84,67
	b) 1,0300	25,6	35,91	3,48		
4	a) 1,0329	25,1	35,14	3,40	3,40	81,20
	b) 1,0370	25,2	35,35	3,40		
5	a) 1,0141	23,5	32,97	3,25	3,24	77,51
	b) 1,0190	23,6	33,11	3,24		
6	a) 1,0187	24,2	33,88	3,32	3,32	76,13
	b) 1,0162	24,2	33,88	3,33		
7	a) 1,0193	22,0	30,80	3,01	2,99	73,82
	b) 1,0213	21,8	30,52	2,98		
8	a) 0,8204	15,7	21,98	2,68	2,69	61,55
	b) 0,7972	15,2	21,28	2,67		
	c) 0,8331	16,2	22,64	2,72		
	d) 0,8345	16,1	22,54	2,70		
9	a) 0,8651	14,1	19,81	2,29	2,27	51,83
	b) 0,8714	14,1	19,74	2,25		
10	a) 0,8598	13,0	18,27	2,12	2,12	46,90
	b) 0,8653	13,2	18,48	2,13		
11	a) 0,7208	10,8	15,12	2,09	2,14	46,83
	b) 0,4972	7,8	10,92	2,19		
14	a) 1,1272	15,5	21,70	1,92	1,93	39,79
	b) 1,1801	16,4	22,99	1,95		
18	a) 0,9777	14,2	19,88	2,03	2,01	37,36
	b) 0,9462	13,5	18,83	1,99		

Опредѣленія азота аспарагина по Саксе.

Возрастъ ростковъ (дни).	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота въ mgr.	N аспарагина въ $^0/_0$.	Среднія числа.	Азотъ аспарагина въ $^0/_0$ отъ всего N.
0	a) 15	2,9	8,12	0,054	0,054	1,42
	b) 15	2,9	8,12	0,054		
1	a) 15	3,5	9,8	0,065	0,076	1,88
	b) 15	4,7	13,6	0,087		

Возрастъ ростковъ (дни).	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота въ mgr.	N аспарагина въ $^0/_0$.	Среднія числа.	Азотъ аспарагина въ $^0/_0$ отъ всего N.
2	a) 15	5,3	14,8	0,099	0,101	2,45
	b) 15	5,6	15,7	0,104		
3	a) 10	4,4	12,3	0,123	0,117	2,79
	b) 10	4,0	11,2	0,112		
4	a) 10	4,5	12,6	0,126	0,140	3,38
	b) 10	5,5	15,4	0,154		
5	a) 10	6,0	16,8	0,168	0,182	4,30
	b) 10	7,0	19,6	0,196		
6	a) 10	7,0	19,6	0,196	0,192	4,47
	b) 10	6,7	18,9	0,189		
7	a) 10	8,8	24,1	0,241	0,221	5,46
	b) 10	7,2	20,1	0,201		
8	a) 10	14,1	39,5	0,395	0,392	8,97
	b) 10	13,9	38,9	0,389		
9	a) 2	3,9	10,9	0,546	0,546	12,43
10	a) 5	13,0	36,4	0,728	0,715	15,86
	b) 3,8485	9,7	27,1	0,703		
11	a) 5	14,5	40,6	0,812	0,808	17,74
	b) 5	14,4	40,2	0,804		
14	a) 3,5	14,2	37,8	1,080	1,080	22,26
18	a) 5	25,2	70,6	1,410	1,425	26,24
	b) 1,9428	10,0	28,0	1,441		

Дни.	Число ростковъ.	Температура комнаты (R^0).	Продолжительность опыта.	$^1/_{10}$ норм. $Ba(OH)_2$ нейтрализ. углекислотой куб. сант.	Количество CO_2 въ миллиграммахъ.	Тоже за 1 часъ и на 100 растеній.
2	156	15—15,5	3 часа.	25,2	55,44	11,84
3	100	15,5	3 „	20,5	45,10	15,03
4	115	15,5	6 „	56,3	123,86	20,64
5	127	16,5	6 „	74,5	162,80	27,13
6	110	16	5 „	58,4	128,48	25,69
7	122	15,5—16	6 „	86,7	190,74	26,05
8	107	14—15	5 „	70,5	155,10	28,89
9	45	14—15	5 „ 5 мин.	37,9	83,49	36,47
10	42	15	5 „	41,5	91,19	43,42
11	29	15	4 „	26,5	58,30	50,25
12	44	15	2 „ 40 „	20,4	44,88	38,41
13	44	15	4 „ 45 „	33,7	74,14	35,00
14	40	15	4 „	26,2	57,64	36,00
16	40	15	1 „ 51 „	9,0	19,80	26,76
18	50	15,5	3 „	16,5	36,30	24,00

Опытъ съ Vicia Faba.

Опредѣленія общаго количества азота по Кіельдалю.

Дни.	Навѣска въ миллиграм.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота въ миллиграм.	N въ $^0/_0$ отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
0	0,7865	24,3	33,98	4,32	4,31
	0,5652	17,4	24,37	4,31	
3	0,5906	22,1	30,88	5,23	5,23
	0,8242	30,8	43,13	5,25	
5	0,6611	22,3	31,23	4,73	4,69
	0,5519	18,4	25,76	4,67	
6	0,8685	30,6	42,84	4,93	4,92
	0,7965	28,0	39,20	4,92	
7	0,6023	20,5	28,70	4,76	4,74
	0,5259	17,7	24,82	4,72	
8	0,9393	35,8	50,12	5,33	5,29
	1,3749	51,7	72,38	5,26	
9	0,5861	21,3	29,86	5,09	5,10
	0,5441	19,9	27,80	5,11	
11	0,5693	21,3	29,86	5,24	5,25
	0,5230	19,7	27,59	5,27	
12	1,0468	42,5	59,50	5,68	5,66
	1,1184	45,2	63,28	5,65	
13	0,5118	20,4	28,56	5,58	5,59
	0,5337	21,3	29,87	5,60	
14	0,8238	33,9	47,46	5,64	5,66
	0,9477	38,5	53,90	5,69	
15	0,5328	21,9	30,64	5,75	5,78
	0,5379	22,3	31,20	5,81	
16	0,5485	22,6	31,64	5,77	5,72
	0,7890	32,0	44,80	5,68	
17	0,5493	22,3	31,28	5,69	5,70
	0,5531	22,6	31,61	5,71	
18	0,8178	34,9	48,86	5,97	5,97
	0,4886	20,9	29,26	5,98	
20	0,5124	21,5	30,04	5,86	5,87
	0,5282	22,2	31,12	5,89	
22	0,6512	29,3	41,05	6,30	6,32
	0,5489	24,9	34,87	6,35	
26	0,5425	24,4	34,16	6,29	6,28
	0,6005	26,9	37,66	6,28	
28	0,9385	43,1	60,34	6,43	6,43
	1,0430	48,1	67,34	6,44	
33	0,6465	32,6	45,64	7,06	7,04
	0,5060	25,3	35,42	7,00	
	0,4339	21,9	30,66	7,06	

Опредѣленія азота бѣлковъ по Штуцеру.

Возрастъ ростковъ (дни).	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота миллиграм.	N бѣлковъ въ $^0/_0$ отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.	N бѣлковъ въ $^0/_0$ отъ всего азота.
6	a) 0,9704	25,8	36,10	3,72	3,75	87,01
	b) 0,9922	26,8	37,48	3,78		
7	a) 1,0620	28,9	40,51	3,81	3,83	80,80
	b) 1,0371	28,5	39,94	3,85		
8	a) 1,4008	41,7	58,38	4,17	4,16	78,63
	b) 1,0425	31,1	43,54	4,17		
	c) 1,0561	31,3	43,82	4,15		
9	a) 1,1348	29,5	41,31	3,63	3,65	71,57
	b) 1,0074	26,4	36,94	3,67		
11	a) 1,1689	25,9	36,27	3,10	3,10	58,93
	b) 1,0311	22,9	32,13	3,11		
12	a) 1,6040	35,7	49,98	3,11	3,09	54,59
	b) 0,8671	19,0	26,60	3,07		
13	a) 1,2192	24,9	34,87	2,81	2,81	50,35
	b) 1,1733	23,6	33,07	2,82		
15	a) 1,0003	18,8	26,28	2,63	2,62	45,45
	b) 1,0830	20,2	28,22	2,61		
16	a) 1,5845	29,0	40,60	2,56	2,56	44,75
	b) 0,9909	18,2	25,48	2,57		
20	a) 0,9994	14,8	20,66	2,07	2,07	35,36
	b) 1,0595	15,7	21,98	2,07		
22	a) 1,0330	15,8	22,12	2,14	2,12	33,54
	b) 1,0842	16,2	22,75	2,09		
26	a) 1,3829	19,7	27,58	1,99	2,04	32,48
	b) 1,0088	15,2	21,28	2,09		
28	a) 1,0563	15,4	21,56	2,04	2,04	31,68
	b) 0,6663	9,7	13,58	2,04		
33	a) 0,7638	11,0	15,40	2,02	2,02	28,69
	b) 0,6205	9,0	12,60	2,03		

Опредѣленія азота аспарагина по Саксе.

Дни.	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота миллиграм.	N аспарагина въ $^0/_0$.	Среднее.	N аспарагина въ $^0/_0$ отъ всего азота.
3	a) 10	7,0	9,80	0,20	0,20	3,82
	b) 10	7,3	10,22	0,20		
5	a) 10	8,3	11,62	0,23	0,23	5,00
	b) 10	8,4	11,76	0,23		

Дни.	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота миллиграм.	N аспарагина въ $^0/_0$.	Среднее.	N аспарагина въ $^0/_0$ отъ всего азота.
7	a) 10	10,4	14,56	0,29	0,28	5,90
	b) 10	9,5	13,30	0,27		
8	a) 10	11,4	15,96	0,32	0,32	6,68
	b) 10	11,6	16,24	0,32		
9	a) 10	19,8	27,72	0,55	0,54	10,59
	b) 10	19,0	26,60	0,53		
11	a) 10	27,3	38,22	0,76	0,77	14,52
	b) 10	28,0	39,20	0,78		
15	a) 10	44,2	61,88	1,23	1,24	21,47
	b) 10	44,5	62,30	1,25		
17	a) 7	35,8	50,12	1,43	1,48	25,92
	b) 7	38,1	53,54	1,52		
20	a) 7	43,7	61,18	1,75	1,74	29,70
	b) 7	43,5	60,90	1,74		
22	a) 7	51,7	72,38	2,07	2,09	33,07
	b) 7	53,0	74,20	2,12		
26	a) 7	54,4	76,16	2,17	2,20	35,03
	b) 7	55,5	77,70	2,22		
33	a) 7	72,0	100,80	2,88	2,91	41,33
	b) 7	73,5	102,90	2,94		

Опредѣленія углекислоты.

Дни.	Продолжительность опыта.	Температура (R^0).	Число ростковъ.	$Ba(OH)_2$ $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество CO_2 mgr.	CO_2 за 1 часъ на 100 ростковъ.
3	4 часа 20 мин.	$14^1/_2$	143	37,1	81,62	13,2
4	5 „ 30 „	14—15	144	52,2	114,84	14,5
5	5 „	$14^1/_2$—15	144	54,0	118,80	16,4
6	4 „	$14^1/_2$	115	37,6	82,72	17,9
7	4 „ 45 „	15	109	44,4	97,68	18,8
8	4 „	15	112	41,6	91,52	20,4
9	4 „	$14^1/_2$	105	48,1	105,82	25,2
10	4 „	$14^1/_2$	110	58,6	128,92	29,3
11	3 „ 30 „	15	103	63,9	140,58	39,0
12	6 „	$15^1/_2$	91	86,6	190,52	34,9
13	8 „ 30 „	$15^1/_2$—16	99	138,2	304,04	36,1
14	7 „	16	87	114,2	251,24	41,1

Дни.	Продолжительность опыта.	Температура (R^0).	Число ростковъ.	$Ba(OH)_2$ $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество CO_2 mgr.	CO_2 за 1 часъ на 100 ростковъ.
15	6 час.	16	135	142,7	313,94	38,8
16	5 „	$15^1/_2$	131	104,9	230,78	35,2
17	6 „ 30 мин.	16	113	155,9	342,98	40,5
18	4 „ 30 „	$16^1/_2$	100	102,2	224,84	49,9
20	6 „	16	101	105,5	232,10	38,3
22	5 „	16	118	85,7	188,54	31,9
26	4 „ 30 „	16	101	57,8	127,16	27,9
28	4 „	16	78	39,2	86,24	27,6
33	5 „ 45 „	16	106	60,8	133,76	21,9

Опытъ съ Lupinus luteus.

Опредѣленія азота по Кіельдалю.

Дни.	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота миллиграм.	N въ $^0/_0$.	Среднее.
0	a) 0,3766	18,3	25,62	6,79	6,78
	b) 0,5448	26,4	36,96	6,78	
5	a) 0,7625	51,3	71,82	9,42	9,43
	b) 0,4858	32,8	45,92	9,45	
7	a) 0,6560	46,1	64,54	9,84	9,87
	b) 0,5576	39,5	55,30	9,91	
9	a) 0,5408	38,3	53,62	9,92	9,87
	b) 0,4787	33,6	47,04	9,82	
12	a) 0,4130	29,7	41,58	10,05	10,10
	b) 0,5862	42,5	59,50	10,15	
14	a) 0,6195	46,1	64,54	10,42	10,47
	b) 0,5995	44,4	62,16	10,53	

РЕДАКЦІЯ
„ЖУРНАЛА
ОПЫТНОЙ АГРОНОМІИ“.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Лѣсной институтъ.

Петръ Самсоновичъ Коссовичъ.

Потребность въ изданіи у насъ въ Россіи органа по научному земледѣлію, который содѣйствовалъ-бы объединенію лицъ, интересующихся этой отраслью знанія, и вмѣстѣ съ тѣмъ давалъ-бы возможность слѣдить за развитіемъ науки въ этой области, давно уже сознавалась, и не разъ уже высказывались пожеланія въ этомъ направленіи. Вполнѣ же опредѣленно мысль объ изданіи такого журнала выразилась на X съѣздѣ русскихъ естествоиспытателей и врачей въ Кіевѣ, на которомъ среди членовъ агрономической секціи состоялось совѣщаніе для обсужденія вопроса объ изданіи органа по научному земледѣлію; состоявшееся совѣщаніе нашло изданіе такого журнала весьма важнымъ, выработало для него программу и признало желательнымъ возложить осуществленіе изданія такого органа на особый комитетъ изъ преподавателей агрономіи въ высшихъ учебныхъ заведеніяхъ. Согласившись съ этими положеніями, агрономическая секція, съ своей стороны, постановила просить съѣздъ поддержать ея ходатайство передъ правительствомъ объ изданіи въ Россіи періодическаго органа для печатанія въ немъ экспериментальныхъ изслѣдованій по агрономіи или о матеріальной поддержкѣ этому дѣлу; что и было принято общимъ собраніемъ съѣзда 30 августа 1898 года. Въ связи съ этимъ, въ № 31 за 1899 г. журнала „Хозяинъ“, мы находимъ запросъ за подписью 10 лицъ относительно того, какъ скоро можно ожидать осуществленія мысли объ изданіи агрономическаго органа, которая такъ единодушно была принята секціей агрономіи X съѣзда естествоиспытателей и врачей; намъ лично также не разъ приходилось слышать подобные же вопросы и мнѣнія о необходимости, наконецъ, осуществить изданіе журнала. Принадлежа къ числу лицъ, раздѣляющихъ таковые-же пожеланія и взгляды, мы и рѣшились взяться за изданіе журнала по научному земледѣлію, полагая, что едва-ли означенному органу удалось бы вскорѣ осуществиться какимъ-либо инымъ путемъ, какъ только изданіемъ его частнымъ лицомъ.

Приступая въ настоящее время къ предполагаемому изданію, мы хорошо сознаемъ всѣ тѣ трудности, съ которыми въ первое время намъ предстоитъ встрѣтиться, но, съ другой стороны, мы имѣемъ въ виду, что необходимость такого органа и важное его значеніе были признаны и сочувствіе къ нему вполнѣ опредѣленно выражено лицами, интересующимися научнымъ земледѣліемъ; во всемъ этомъ мы и находимъ себѣ опору, чтобы начать дѣло; и вмѣстѣ съ тѣмъ позволяемъ себѣ надѣяться на сочувствіе и поддержку возникающему органу, ближайшей задачей котораго является дать возможность лицамъ, работающимъ

въ области научнаго земледѣлія, обмѣниваться результатами своихъ изслѣдованій, а лицамъ, интересующимся успѣхами этой отрасли знанія, слѣдить за всѣми вновь появляющимися работами.

Значеніе органа по научному земледѣлію для преуспѣянія въ Россіи агрономіи едва-ли можетъ быть подвергаемо сомнѣнію. Но намъ хотѣлось бы вмѣстѣ съ тѣмъ отмѣтить, что существованіе у насъ такого органа, включающаго оригинальныя статьи и возможно полный реферирующій отдѣлъ, является наиболѣе существеннымъ и дѣйствительно необходимымъ условіемъ нормальной жизни и плодотворнаго развитія нашихъ опытныхъ станцій и полей, число которыхъ все болѣе и болѣе увеличивается. Укажемъ также на значеніе подобнаго журнала и для преуспѣянія нашего сельскохозяйственнаго образованія; такой органъ, очевидно, явится существеннымъ пособіемъ для преподавателей соотвѣтствующаго спеціальнаго предмета; для нѣкоторыхъ изъ нихъ онъ облегчитъ, а для другихъ съ нимъ явится возможность слѣдить за развитіемъ науки; мы не можемъ далѣе умолчать и о томъ косвенномъ благотворномъ вліяніи журнала, которое онъ можетъ имѣть на характеръ сообщаемыхъ свѣдѣній въ сел.-хоз. учебныхъ заведеніяхъ: подобнаго рода органъ, содѣйствуя у насъ научной разработкѣ сел.-хоз. вопросовъ, имѣющихъ преимущественное значеніе, именно, въ русскомъ хозяйствѣ, и собирая по возможности воедино результаты научной разработки такихъ вопросовъ, будетъ содѣйствовать накопленію научнаго матеріала, созданнаго на почвѣ запросовъ русской практики, и облегчитъ пользованіе таковымъ для учителя; теперь-же часто послѣдній, даже самъ это ясно сознавая, въ силу того, что онъ располагаетъ только извѣстнымъ научно обоснованнымъ фактическимъ матеріаломъ, накопленнымъ западно-европейскими изслѣдователями, часто подробно останавливается на такихъ вопросахъ, которые собственно для русскаго хозяйства не имѣютъ существеннаго значенія, и сравнительно лишь бѣгло разсматриваетъ запросы, выдвигаемые русской сельскохозяйственной дѣйствительностью; для разсмотрѣнія-же этихъ запросовъ у него не оказывается достаточныхъ данныхъ, а если они и имѣются, то таковыя получены часто при иныхъ климатическихъ и почвенныхъ условіяхъ, чѣмъ тѣ, къ которымъ они должны быть приложены. Поэтому и происходитъ, по нашему мнѣнію, въ русской сел.-хоз. школѣ своего рода оторванность преподаванія сельскохозяйственныхъ предметовъ отъ жизненныхъ запросовъ; что многіе и замѣчаютъ, но причину чего, намъ кажется, неправильно ищутъ во многомъ другомъ.

Органъ, который мы рѣшились издавать подъ названіемъ „Журналъ опытной агрономіи“ будетъ распадаться на два отдѣла: первый—посвящается оригинальнымъ работамъ, второй—рефератамъ русскихъ и иностранныхъ работъ въ области научнаго земледѣлія; при чемъ въ немъ предполагается помѣщать статьи и рефераты по слѣдующимъ

вопросамъ: 1) воздухъ, вода и почва—поскольку изученіе ихъ имѣетъ непосредственное отношеніе къ земледѣлію; 2) обработка и удобреніе почвы—возможно полно; 3) растеніе—главнымъ образомъ, питаніе его и частная культура; 4) микробіологія—работы по изученію микроорганизмовъ, дѣятельность которыхъ представляетъ особый интересъ съ точки зрѣнія земледѣлія; 5) методы агрономическаго анализа и вообще научныхъ сел.-хоз. изслѣдованій; 6) сельскохозяйственная метеорологія—главнымъ образомъ, вопросы касающіеся взаимнаго вліянія растительности и метеорологическихъ факторовъ. При реферированіи русскихъ работъ предполагается обратить особое вниманіе на полноту перечня появляющихся работъ; при веденіи-же отдѣла рефератовъ иностранныхъ работъ, имѣется въ виду давать по возможности настолько подробное изложеніе наиболѣе выдающихся изъ нихъ, чтобы можно было пользоваться рефератами, не прибѣгая къ источникамъ; въ данномъ случаѣ, имѣются въ виду тѣ лица, для которыхъ почему либо эти источники недоступны.

Такъ какъ все настоящее изданіе стремится отвѣтить на опредѣленно высказанные запросы и пожеланія русскихъ агрономовъ, то мы позволяемъ себѣ надѣяться встрѣтить со стороны лицъ, которымъ дорого преуспѣваніе у насъ научнаго земледѣлія, сочувствіе и поддержку, и вмѣстѣ съ тѣмъ мы обращаемся къ нимъ съ просьбой о содѣйствіи успѣху изданія, какъ помѣщеніемъ въ немъ своихъ работъ и присылкой уже напечатанныхъ трудовъ для реферированія, такъ и распространеніемъ свѣдѣній о возникновеніи „Журнала опытной агрономіи“. За всякія указанія со стороны лицъ, сочувствующихъ изданію, редакція будетъ весьма благодарна.

„Журналъ опытной агрономіи“, будетъ выходить 6 разъ въ годъ, книжками отъ 6 до 7 листовъ; при чемъ, приблизительно, половина каждой книжки будетъ посвящена оригинальнымъ статьямъ, а другая—рефератамъ и библіографіи; цѣна за годъ 6 рублей. Съ подпиской на журналъ покорнѣйше просятъ обращаться по слѣдующему адресу: С.-Петербургъ, Лѣсной Институтъ, Петру Самсоновичу Коссовичу.

П. Коссовичъ.

8 марта
1900 года.

Дозволено цензурою. Спб. 6 апрѣля 1900 г.

Типографія А. Пороховщикова. Бассейная, 3—5.

Опредѣленія азота бѣлковъ.

Дни.	Навѣска gr.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота миллиграм.	N въ % отъ возд. сух. вещества.	Среднее.	N бѣлковъ въ % отъ всего азота.
0	a) 0,5961	26,2	36,68	6,15	6,09	89,82
	b) 0,6945	29,9	41,86	6,03		
5	a) 1,0342	50,8	71,12	6,87	6,87	72,85
	b) 0,7027	34,5	48,30	6,87		
7	a) 0,8299	33,6	47,04	5,67	5,64	57,14
	b) 1,2315	49,4	69,16	5,62		
9	a) 0,8862	22,8	31,92	3,60	3,59	36,37
	b) 0,8281	21,2	29,68	3,58		
12	a) 0,6960	13,0	18,20	2,61	2,67	26,43
	b) 0,9673	18,9	26,46	2,73		
14	a) 0,7548	13,3	18,62	2,47	2,50	23,81
	b) 1,0142	18,4	25,76	2,54		

Опредѣленія углекислоты.

Дни.	T⁰(R⁰).	Число ростковъ.	Продолжительность опыта (часы).	$Ba(OH)_2$ $^1/_{10}$ норм. куб. сант.	Соотвѣтствующее количество CO_2 mgr.	CO_2 за 1 часъ на 100 ростковъ.
5	$17^1/_2$	51	8	34,8	85,36	20,9
6	$17^1/_2$	46	$5^1/_2$	23,7	52,14	20,6
7	18	67	$4^1/_2$	29,7	65,34	21,7
8	18	41	$7^1/_4$	31,6	69,52	23,4
9	18	78	$6^1/_4$	57,6	126,72	26,0
10	18	42	$8^1/_2$	46,2	101,64	28,4
11	18	42	6	22,0	48,40	20,6
14	17	70	$5^1/_2$	32,2	70,62	18,3

B. Зависимость распаденія бѣлковыхъ веществъ отъ температуры.

Извѣстно, что процессы дыханія и роста находятся въ опредѣленной зависимости отъ температуры среды, въ которую помѣщено растеніе, что зависимость эта для того и другого процесса не тождественна: въ то время, какъ для роста обнаруживается optimum около 28⁰ Цельзія, энергія дыханія продолжаетъ увеличиваться и при дальнѣйшемъ повышеніи температуры, повидимому вплоть до начала отмиранія растенія.

Несомнѣнно интересно выяснить, какъ вліяетъ температура на распаденіе бѣлковъ; правда, можно ожидать à priori, что нѣкоторое повышеніе температуры должно увеличивать энергію распаденія [1]), но важно изслѣдовать, до какихъ предѣловъ продолжается это дѣйствіе, будетъ ли здѣсь извѣстный optimum, подобный optimum'у кривой роста или же кривая носитъ характеръ, подобный соотвѣтствующей кривой для дыханія.

Ранѣе описанные опыты показали, что распаденіе бѣлковъ за одни сутки можетъ быть хорошо учтено въ періоды наибольшей энергіи этого процесса, въ періоды же замедленія величина суточнаго распаденія можетъ быть довольно мала; она можетъ даже приближаться къ предѣламъ ошибки при обычныхъ методахъ опредѣленія; тѣмъ болѣе было бы трудно въ такихъ случаяхъ опредѣлять разницу въ энергіи распаденія, вызванную различіемъ температуры.

Отсюда ясно, что опытъ слѣдовало вести въ теченіе нѣсколькихъ сутокъ или, по крайней мѣрѣ, начать съ такого многодневнаго опыта, чтобы легче было подмѣтить вліяніе температуры [2]).

Самая постановка опытовъ была такова:

Ростки гороха (4—10-дневнаго возраста) сажались на сѣтку, натянутую на стеклянномъ кольцѣ, и помѣщались въ стеклянный цилиндръ (d = h = 20 ct.) такъ, чтобы корешки ихъ погружались въ воду, налитую на днѣ цилиндра слоемъ около 4 ct. глубиной. Цилиндръ закрывался крышкой, притертой къ краямъ и смазанной сплавомъ изъ сала, воска и канифоли. Черезъ тубулусъ въ крышкѣ цилиндра вставлялась каучуковая пробка съ приводящей и отводящей трубками, при чемъ

[1]) Какъ выше было упомянуто, Лясковскій въ своей работѣ о проростаніи тыквенныхъ сѣмянъ (1874) отмѣчаетъ связь между температурой среды и энергіей образованія аспарагина (глютамина); этотъ выводъ сдѣланъ имъ по основаніи сопоставленія нѣсколькихъ опытовъ (стр. 60 его работы), произведенныхъ при разной температурѣ; но полной сравнимости этихъ опытовъ между собой мѣшаетъ то обстоятельство, что продолжительность ихъ была различна (95—216 часовъ).

[2]) Можно было опасаться, что многодневное пребываніе при повышенной температурѣ дастъ результатъ не тождественный съ результатомъ опыта болѣе кратковременнаго, т. е. не просто пропорціональный времени, а осложненный вторичнымъ вліяніемъ высокой температуры); но эти опасенія не подтвердились; во всякомъ случаѣ эти вторичныя вліянія, очевидно, не такъ велики, чтобы затушевать основную законность.

приводящая трубка соединялась каучукомъ съ длинной оловянной трубкой, огибавшей 7—8 разъ спиралью стеклянный цилиндръ, чтобы входившій воздухъ могъ принять температуру воды, окружавшей цилиндръ; предварительно воздухъ проходилъ еще черезъ колонки съ кусками пемзы, смоченными крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго натра.

Непрерывный токъ воздуха поддерживался съ помощью водяного насоса, при притокѣ съ постояннаго уровня.

Обыкновенно, бралось три порціи растеній (по 100 экземпляровъ въ каждой); часть оставлялась при комнатной температурѣ (около 20° С.), другая подвергалась дѣйствію температуры около 28° С., третья — около 35° С.

Для этого стеклянные цилиндры съ растеніями погружались въ просторныя водяныя бани, нагрѣвавшіяся газомъ и снабженныя терморегуляторами (Рейхардта)[1]. Отклоненія отъ установленной температуры въ ту и другую сторону обычно не превышали одного градуса, что я считалъ для своихъ цѣлей достаточнымъ.

Обыкновенно, опытъ продолжался 4—5 дней, иногда производились ежедневныя опредѣленія выдѣляемой углекислоты. По окончаніи опыта растенія высушивались быстро и одновременно, въ тождественныхъ для всѣхъ порцій условіяхъ (на одной и той же полкѣ просторнаго, нагрѣваемаго газомъ сушильнаго шкафа). Анализъ велся совершенно такъ же какъ въ описанныхъ ранѣе мѣстахъ.

Если не считать предварительныхъ опытовъ по тѣмъ или инымъ причинамъ не совсѣмъ удачныхъ, то число сдѣланныхъ съ Pisum sativum опытовъ равняется четыремъ; здѣсь я сообщу пока результаты двухъ опытовъ, такъ какъ для остальныхъ аналитическія данныя еще не полны; но такъ какъ всѣ опыты дѣлались въ тѣхъ же самыхъ условіяхъ и имѣющіеся показанія вполнѣ между собою согланы, то трудно ожидать чего нибудь отклоняющагося отъ показаній остальныхъ анализовъ.

Опытъ α.

Продолжительность опыта—5 дней [2]).

Составъ ростковъ въ моментъ помѣщенія въ аппаратъ:

	въ % отъ возд.-сух. вещ.:	въ % отъ всего азота.
Азота (всего)	4,69%	—
Азота бѣлковъ	3,65%	77,8%
Азота аспарагина . . .	0,203%	4,33%

[1]) Сверху резервуары, служившіе водяной баней, закрывались картонной крышкой такъ что растенія находились въ темнотѣ.

[2]) 8—13 іюня 1899 г.; возрастъ ростковъ въ данномъ случаѣ отвѣчаетъ числамъ мѣсяца.

Составъ ростковъ по окончаніи опыта въ зависимости отъ температуры мѣнялся такъ:

T°	20°	28°	34—36°
Азота	4,96%	5,16%	5,36%
N бѣлковъ	3,57%	3,16%	3,04%
N аспарагина	0,357%	0,532%	0,626%

Въ % отъ всего азота приходится:

на бѣлки	70,7%	61,3%	56,7%
на аспаринъ	7,18%	10,33%	11,66%

Слѣдовательно, за время опыта убыло бѣлковъ:

	7,1%	16,5%	21,1%

Образовалось аспарагина:

	2,85%	6,00%	7,33%

Отсюда суточныя скорости распаденія бѣлковъ и образованія аспарагина получаются слѣдующія:

при	20°	28°	35°
Трата бѣлка	1,42%	3,30%	4,22%
Образованіе аспарагина за сутки. . . .	0,57%	1,20%	1,48%

Результаты этого опыта нанесены графически на табл. XV фиг. 4, данныя по выдѣленію углекислоты заимствованы изъ другого опыта (γ), произведеннаго въ тождественныхъ условіяхъ.

Опытъ β (4—9 іюля 1899).

Продолжительность опыта также 5 дней, но возрастъ ростковъ былъ иной (4 сутокъ при началѣ опыта).

Составъ ростковъ, помѣщенныхъ въ аппаратъ:

	въ % отъ возд.-сух. вещ.:	въ % отъ всего азота:
Всего азота	3,75%	—
N бѣлковъ	3,24%	86,40%
N аспарагина	0,119%	3,18%

По окончаніи опыта анализъ показалъ слѣдующее распредѣленіе азота въ зависимости отъ температуры:

	22,5°	28°	35—36°
Азота	4,13%	4,28%	4,53%
N бѣлковъ	2,99%	2,83%	2,92%
N аспарагина. . . .	0,161	0,267	0,364

Въ % отъ всего N приходится на бѣлки:

72,39%	66,12%	64,40%

На аспарагинъ:

3,89% 6,24% 8,03%

Слѣдовательно, за время опытовъ убыло бѣлковъ:

14,01% 20,28% 22,00%

Образовалось аспарагина:

0,76% 3,06% 4,85%

Отсюда скорость распаденія бѣлковъ (1) и образованіе аспарагина (2) за сутки:

	22,5°	28°	35—36°
(1)	2,80%	4,05%	4,40%
(2)	0,14%	0,61%	0,97%

Такимъ образомъ, оба опыта согласно показываютъ, что съ повышеніемъ температуры энергія распаденія бѣлковъ и образованія аспарагина растетъ, при чемъ повышеніе температуры, и болѣе высокое, чѣмъ 28° С. (а именно—до 35—36° С.) оказываетъ такое же дѣйствіе. Слѣдовательно, зависимость энергіи распаденія отъ температуры скорѣе аналогична той, какая установлена для дыханія, и совершенно не отвѣчаетъ зависимости существующей между температурой среды и энергіей роста. Это еще одна черта, сближающая два основныхъ процесса (расходованіе безъазотистыхъ и азотистыхъ составныхъ частей, дыханіе и распаденіе бѣлковъ); ее необходимо принимать во вниманіе при построеніи гипотезъ относительно сущности дыханія.

Для того, чтобы выяснить ходъ интересующей насъ кривой болѣе точно, нужны дальнѣйшія, болѣе детальныя изслѣдованія; несмотря на трудность учета малыхъ количествъ и еще меньшихъ разностей между ними, все же, вѣроятно, возможно при имѣющихся методахъ опредѣлить, возрастаютъ съ температурой, или убываютъ (или же остаются постоянными) «ускоренія» въ ходѣ процесса, т.-е. будетъ кривая обращена выпуклостью вверхъ или внизъ, или же представитъ прямую линію.

Аналитическое приложеніе къ главѣ II.

(Продолженіе).

B. Вліяніе температуры на распаденіе бѣлковыхъ веществъ.

Опытъ α (8—13 іюня 1899 г.).

	NN объектовъ [1]).	Навѣска.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм., нейтрализованная при отгонкѣ.	Соотвѣтствующее количество азота въ миллиграммахъ.	Азотъ въ % отъ возд.-сух. вещ.	Среднее.
Опредѣленія азота по Кіельдалю.	0	a) 0,9022	30,5	42,47	4,73	4,69
		b) 0,7207	24,0	33,60	4,66	
	I	a) 0,6914	24,7	34,58	5,00	4,96
		b) 0,9427	33,2	46,48	4,93	
	II	a) 0,9638	35,4	49,84	5,17	5,16
		b) 0,7620	28,0	39,20	5,14	
		c) 1,1193	41,3	57,82	5,16	
	III	a) 0,8535	32,8	45,92	5,38	5,36
		b) 1,3900	53,0	74,20	5,34	
		c) 1,1215	42,9	60,06	5,35	
Опредѣленія азота бѣлковъ по Штуцеру.	0	a) 0,8928	23,6	33,04	3,69	3,65
		b) 1,4320	37,0	51,80	3,62	
	I	a) 0,8882	22,3	31,22	3,51	3,51
		b) 1,5535	39,0	54,60	3,51	
	II	a) 1,4485	33,0	46,20	3,19	3,16
		b) 1,3043	29,2	40,88	3,13	
	III	a) 1,4498	31,1	43,54	3,03	3,04
		b) 1,3080	28,6	40,04	3,06	
Опредѣленія азота аспарагина по Сансе.	0	a) 10 gr.	7,5	10,50	0,210	0,203
		b) 10 „	7,0	9,80	0,196	
	I	a) 10 „	12,5	17,50	0,350	0,357
		b) 10 „	13,0	18,20	0,364	
	II	a) 10 „	19,0	26,60	0,532	0,532
		b) 10 „	19,0	26,60	0,532	
	III	a) 7 „	15,4	21,46	0,613	0,626
		b) 7 „	16,0	22,40	0,640	

[1]) 0 обозначаетъ ростки до опыта, I—бывшіе при 20С°; II—при 28° и III при 35°.

Опытъ 3 (4—9 іюля 1899 г.).

	NN объектовъ.	Навѣска.	H_2SO_4 $^1/_{10}$ норм., нейтрализованная при отгонкѣ.	Соотвѣтствующее количество азота въ миллиграммахъ.	Азотъ въ % отъ возд.-сух. вещ.	Среднее.
Опредѣленія азота по Кіельдалю.	0	a) 1,0010 b) 0,6971	26,6 18,9	37,24 26,46	3,72 3,79	3,75
	I	a) 1,0163 b) 0,7448	30,1 22,0	42,14 30,80	4,14 4,13	4,13
	II	a) 0,7162 b) 0,9978	21,9 30,6	30,66 42,84	4,28 4,29	4,28
	III	a) 0,9207 b) 0,7910	30,0 25,5	42,00 35,70	4,56 4,51	4,53
Опредѣленія азота бѣлковъ по Штуцеру.	0	a) 0,8707 b) 0,8215	20,2 19,0	28,28 26,60	3,24 3,24	3,24
	I	a) 1,2090 b) 1,4892	26,0 30,9	36,40 43,26	3,01 2,97	2,99
	II	a) 1,4650 b) 1,1177	29,5 22,8	41,30 37,92	2,82 2,85	2,83
	III	a) 1,5132 b) 1,6480	31,3 34,9	43,82 48,86	2,89 2,96	2,92
Опредѣленія азота аспарагина по Сансе.	0	a) 10 gr. b) 10 „	4,3 4,2	6,02 5,88	0,120 0,118	0,119
	I	a) „ „ b) „ „	5,8 5,7	8,12 7,98	0,162 0,160	0,161
	II	a) „ „ b) „ „	9,3 9,8	13,02 13,72	0,260 0,274	0,267
	III	a) 7 „ b) 7 „	8,7 9,5	12,18 13,30	0,348 0,380	0,364

ГЛАВА III.

Обратное образованіе бѣлковъ при ассимиляціи изъ продуктовъ ихъ распаденія.

Обратимся теперь къ другой сторонѣ процесса, а именно посмотримъ, насколько изучено превращеніе продуктовъ распаденія при дальнѣйшемъ развитіи проростающаго растенія къ свѣту, при начинающейся ассимиляціи. Нельзя не признать, что положительныхъ данныхъ для рѣшенія этого вопроса имѣется очень мало. Правда, всюду въ учебникахъ и статьяхъ по физіологіи растеній давно уже разсматривается, какъ вещь достаточно извѣстная, что аспарагинъ на свѣту постепенно исчезаетъ, потребляясь на образованіе бѣлка; въ подтвержденіе этого обыкновенно ссылаются на микроскопическія наблюденія, которыя констатируютъ убыль аспарагина въ клѣточномъ сокѣ; но такія наблюденія, строго говоря, почти ничего не доказываютъ, такъ какъ микроскопъ указываетъ лишь на концентрацію раствора, а концентрація эта будетъ убывать и при томъ же самомъ количествѣ аспарагина, если количество растворителя (воды) увеличится, что какъ разъ и имѣетъ мѣсто при проростаніи; мало того, даже и простое опредѣленіе содержанія аспарагина въ сухомъ веществѣ растеній разныхъ стадій здѣсь тоже не достаточно для рѣшенія вопроса, такъ какъ количество сухого вещества, при проростаніи на свѣту, не остается неизмѣннымъ, но замѣтно растетъ (послѣ извѣстнаго періода), хотя бы растенія и не получали азотистой пищи извнѣ. Насколько неправильно было бы судить о потребленіи аспарагина по опредѣленію содержанія его въ сухомъ веществѣ, я могу подтвердить слѣдующими цифрами изъ нижеописываемаго опыта съ Lupinus luteus:

Время пребыванія ростковъ на свѣту. .	7	14	21	28 дней.
Содержаніе N въ росткахъ.	7,38%	3,98%	3,17%	2,83%

Это пониженіе содержанія N въ $2^1/_2$ раза зависитъ конечно отъ накопленія сухого вещества вслѣдствіе ассимиляціи; и подобно тому,

какъ изъ приведенныхъ цифръ неправильно было бы дѣлать выводъ, что азотъ при проростаніи теряется, неправильно и изъ простого пониженія содержанія аспарагина заключать о наступленіи регенераціи.

Для полученія сравниваемыхъ цифръ здѣсь возможно избрать два пути, именно: можно опредѣлять сколько аспарагина и бѣлковъ приходится на одно растеніе въ среднемъ при разныхъ стадіяхъ развитія, или же, принявши содержаніе азота въ растеніяхъ за 100, въ % выражать долю азота, приходящуюся на бѣлки и аспарагинъ; эта мѣра приложима здѣсь, конечно, лишь потому, что растеніе не получаетъ азота извнѣ при подобныхъ опытахъ. Первый способъ учета прилагалъ въ своихъ опытахъ Meunier [1]), а второй является обычнымъ для работъ Шульце [2]).

Работа Meunier изложена не достаточно подробно, чтобы можно было судить о точности выполненія ея (величина навѣсокъ, число растеній въ отдѣльныхъ опытахъ остаются неизвѣстными). Въ отличіе отъ обычнаго метода Саксе, аспарагинъ превращался въ аспарагиновую кислоту дѣйствіемъ щелочи, а не кислоты. Изъ четырехъ опытовъ Mennier удачнымъ можно считать лишь одинъ, это опытъ съ фасолью; вотъ его результаты:

Возрастъ ростковъ.	Аспарагинъ въ 100 растеніяхъ.	
	Темнота.	Свѣтъ.
13 дней	1,13	1,18
18 „	2,28	2,25
38 „	5,18	1,41

Здѣсь дѣйствительно наблюдается уменьшеніе количества аспарагина за послѣдніе 20 дней при развитіи на свѣту; но въ опытахъ Meunier съ люпиномъ и бобами уменьшенія аспарагина не наблюдалось; что касается опыта съ горохомъ, то онъ содержитъ какую-то неточность, такъ какъ показываетъ уменьшеніе аспарагина въ темнотѣ.

Замѣтимъ далѣе, что въ опытахъ Meunier нѣтъ попытокъ прослѣдить, сопровождалось ли уменьшеніе количества аспарагина увеличеніемъ количества бѣлковъ, т.-е. дѣйствительно ли имѣла мѣсто регенерація.

Одновременно съ Meunier, а отчасти и раньше его Шульце пытался прослѣдить судьбу аспарагина въ растеніяхъ проростающихъ на свѣту; постановка опытовъ, полнота анализа и способъ изображенія получаемыхъ данныхъ не оставляютъ ничего желать; но результаты получились своеобразные, и, въ виду того, что мои нижеописываемые опыты были начаты благодаря нѣкоторымъ фактамъ, указаннымъ Шульце, я изложу его опыты нѣсколько подробнѣе.

[1]) Annales agronomiques 1880.
[2]) Landw. Jahrbücher 1878 и 1880.

Вниманіе Шульце было привлечено тѣмъ обстоятельствомъ, что при анализѣ люпиновыхъ ростковъ 12-тидневнаго возраста обнаружилось одинаковое богатство ихъ аспарагиномъ независимо отъ того, росли ли они въ темнотѣ, или на свѣту:

	На 100 gr. сѣменодолей.	На 100 gr. ост. органовъ.
Свѣтъ	9,75% аспарагина	27,22%
Темнота	7,93% „	29,99%

Тогда былъ предпринятъ такой опытъ: люпины проращивались въ темнотѣ (въ прокаленномъ пескѣ) въ теченіе 10 дней, затѣмъ бралась проба для анализа, а оставшіяся растенія выставлялись на свѣтъ (южное окно лабораторіи), поливались растворомъ солей (кромѣ азотистыхъ) и подвергались анализу послѣ 3-хъ недѣль пребыванія на свѣту. Анализъ показалъ слѣдующее:

	Растенія этіолиров. (10 дневн.).	Растенія бывшія затѣмъ 3 нед. на свѣту.
% N	10,76	6,50
N бѣлковъ	2,71	2,16
N аспарагина	3,68	2,73

Высчитывая по убыли %-наго содержанія азота приростъ сухого вещества, Шульце находитъ, что 100 gr. сухого вещества десятидневныхъ ростковъ дали черезъ 3 недѣли 165,5 gr., т.-е. усвоеніе шло въ замѣтной мѣрѣ, тѣмъ не менѣе количество аспарагина возросло съ 17,3 грамма (въ 100 gr. этіолир. ростковъ) до 21,3 gr. (въ 165,5 gr. зеленыхъ растеній). Шульце заключаетъ, что одного накопленія углеводовъ (въ данномъ опытѣ—путемъ ассимиляціи) недостаточно для того, чтобы вызвать потребленіе аспарагина, что ростки люпина въ первыхъ стадіяхъ развитія совершенно неспособны превращать аспарагинъ въ бѣлокъ или дѣлаютъ это очень медленно. Но замѣчательно, что въ этомъ опытѣ одновременно съ накопленіемъ аспарагина количество бѣлковъ все-таки увеличилось, очевидно на счетъ другихъ амидосоединеній, какъ это видно изъ такого сопоставленія, даннаго Шульце:

	Этіол. ростки.	Усвоявшія раст.
Въ % отъ всего N приходится на бѣлки . .	25,2	33,2
На аспарагинъ	34,2	42,0
На другія амидосоединенія	40,6	24,8

Лишь черезъ 6 недѣль подмѣчена была нѣкоторая убыль аспарагина.

На слѣдующій годъ Шульце повторилъ опытъ съ бо́льшимъ числомъ растеній (100), чтобы полнѣе избѣжать вліянія индивидуальныхъ особенностей отдѣльныхъ растеній; оказалось, что 100 gr. сухого вещества этіолир. ростковъ съ 16,8 gr. аспарагина превратились черезъ 3 недѣли пребыванія на свѣту въ 151 gr. съ 23,9 gr. аспарагина, т.-е. и на этотъ

разъ несмотря на значительную ассимиляцію количество аспарагина продолжало увеличиваться.

Итакъ, на основаніи опытовъ Шульце, можно усомниться въ томъ, что именно аспарагинъ есть вещество легко дающее бѣлокъ въ присутствіи углеводовъ; онъ продожаетъ накопляться въ усвояющихъ растеніяхъ повидимому даже и тогда, когда уже начинается регенерація бѣлка на счетъ другихъ азотистыхъ матеріаловъ.

Въ виду малой изученности вопроса мнѣ казалось важнымъ прослѣдить интересующій насъ процессъ на рядъ объектовъ и опредѣлить, насколько участвуютъ въ немъ амидокислоты и кислотные амиды. Первый опытъ былъ мной предпринятъ съ Vicia sativa; но вѣроятно потому, что онъ былъ начатъ слишкомъ ранней весной (февраль—мартъ) и температура на окнахъ, гдѣ стояли растенія, была невысока, регенераціи не послѣдовало [1]); отчасти причина должна лежать и въ другомъ обстоятельствѣ,—я получалъ сначала этіолиров. растенія и выставлялъ ихъ на свѣтъ въ 7 дневномъ возрастѣ; пока растеніе создавало нормально развитые новые листья, трата вещества очевидно продолжалась въ сильной мѣрѣ и моментъ наступленія регенераціи отодвигался.

Приписывая долгое не наступленіе регенераціи въ значительной мѣрѣ отсутствію готовой усвояющей поверхности у растеній развившихся въ темнотѣ, я при повтореніи подобнаго же опыта съ Vicia Faba подготовилъ для опыта растенія проросшія на свѣту, но въ атмосферѣ лишенной углекислоты; тогда листовая поверхность развивалась нормально, но регенерація не могла наступить ранѣе перенесенія росткова въ обыкновенную атмосферу, что происходило черезъ 7 дневный срокъ, считая отъ посадки ростковъ на канву; тогда растенія помѣщались на окно, гдѣ могли пользоваться прямымъ солнечнымъ свѣтомъ. Анализъ растеній 7 дневныхъ и тѣхъ, которые затѣмъ пользовались свѣтомъ и CO_2 (въ теченіе 10 дней), показалъ слѣдующее:

	7 дневные ростки.		Черезъ 10 дн. ассимиляціи.	
	% сух. вещ.	% отъ всего азота.	% отъ сух. вещества.	% отъ всего N.
Весь N	4,69	100,0	4,72	100,0
N бѣлковъ	3,10	66,1	2,60	55,4
N амидный	1,72	36,4	2,11	44,7
Въ томъ числѣ аспарагина .	0,73	15,5	1,02	20,3

[1]) Вотъ нѣкоторыя данныя изъ этого опыта:

	Этіолир. растенія.	Растенія послѣ 28 дневнаго пребыванія на свѣту.
Общее количество азота	5,75	6,64
N бѣлковъ	2,82	2,40
Тоже въ % отъ всего N	50,8	36,1

Такимъ образомъ и растенія съ нормально развитыми листьями не могли въ теченіе 10 дней регенерировать бѣлка; напротивъ, распаденіе продолжалось еще въ значительной мѣрѣ. Часть растеній оставалась на свѣту еще вторые 6 дней; анализъ показалъ слѣдующее:

		Въ % отъ всего N.
N въ % отъ возд. сух. вещ.	4,19%	—
N бѣлковъ	2,53	60,50
N аспарагина	0,86	20,52
На остальныя амидосоединенія приходится:	0,80	18,98

Цифры указываютъ на нѣкоторый приростъ бѣлковъ, безъ уменьшенія количества аспарагина; такъ что здѣсь повидимому наблюдалось тоже, что въ опытѣ Шульце съ люпинами, образованіе бѣлковъ насчетъ амидокислотъ, а не аспарагина. Но результатъ здѣсь не столь рельефенъ, какъ тамъ.

Этотъ опытъ (относящійся къ 1895 г.) показалъ, что и въ томъ случаѣ, когда растеніе съ самаго начала проростанія пользуется свѣтомъ и развиваетъ нормальные листья, оно все-таки продолжаетъ въ теченіе значительнаго періода разрушать бѣлокъ даже и тогда, когда оно уже несомнѣнно имѣетъ возможность ассимилировать; благодаря этому дѣлается излишнимъ устраненіе возможности усвоенія въ теченіе первыхъ дней развитія, все равно и при усвоеніи распаденіе заходитъ такъ далеко, что отграничить фазу распаденія отъ фазы регенераціи будетъ не трудно даже и не при очень частыхъ пробахъ для анализа.

Поэтому при опытахъ 1896 года, произведенныхъ также надъ Vicia Faba, изоляція подъ стеклянными колпаками уже не примѣнялась, но сроки взятія пробъ отодвинуты были на болѣе поздній періодъ, именно анализировались растенія 20 и 30 дневныхъ (считая со времени посадки ростковъ въ сосуды и выставленія на свѣтъ). Растенія выращивались въ водной культурѣ, но для того, чтобы въ одномъ сосудѣ (большой кристализаціонной чашкѣ) можно было культивировать значительное число экземпляровъ, употреблялись особыя крышки съ многими отверстіями, изъ которыхъ каждое служило для воспринятія одного ростка; въ дистилл. воды прибавлялся только $CaSO_4$, имѣющій значеніе для нормальнаго проростанія сѣмянъ бобовыхъ. Нужно замѣтить, что растенія 30 дневныя образовали уже цвѣты и выглядѣли вообще совершенно здоровыми, не обнаруживая признаковъ азотистаго голоданія (это вѣроятно объясняется крупностью сѣмянъ—взятъ былъ на этотъ разъ очень крупносѣмянный сортъ огородныхъ бобовъ—виндздорскій). Но тѣмъ не менѣе анализъ показалъ, что обратный синтезъ бѣлковъ не произошелъ еще и черезъ 30 дней:

	20 дней.		30 дней (растенія въ цвѣту).	
	Въ % отъ сух. вещ.	Въ % отъ всего N.	Въ % отъ сух. вещ.	Въ % отъ всего N.
% N	4,78	100	4,92	100
N бѣлковъ	2,78	58,15	2,72	55,28
N амидосоединеній	1,92	40,17	2,16	43,90
Въ томъ числѣ аспарагина .	0,92	19,24	1,24	25,20

Цифры показываютъ опять, что распаденіе продолжалось, хотя и не въ рѣзкой формѣ; количество аспарагина точно также за 10 дней увеличилось (и увеличилось на бо́льшую величину, чѣмъ убыль бѣлковъ).

Въ 1897 году опыты поставлены были съ горохомъ, фасолью и бобами; на этотъ разъ результаты были болѣе благопріятны, по крайней мѣрѣ для первыхъ двухъ растеній.

Въ этомъ году примѣнялись исключительно песчаныя культуры, въ толстостѣнныхъ кристаллизаціонныхъ чашкахъ; песокъ брался очень чистый кварцевый, промытый соляной кислотой и водой; на дно сосуда къ одной сторонѣ насыпался гравій и въ него погружалась стеклянная трубка, черезъ которую производилась поливка; чтобы песокъ не проваливался черезъ гравій и не засорялъ отверстія стекл. трубки, гравій отдѣлялся отъ песка полотномъ, прокипяченнымъ въ водѣ. Сѣмена съ поверхности стерилизовались слабымъ растворомъ сулемы, во избѣжаніе образованія клубеньковъ; поверхность песка закрывалась ватой. Въ каждомъ сосудѣ помѣщалось 10 — 20 и болѣе растеній [1]), смотря по діаметру его и роду растенія; такое густое размѣщеніе было возможно потому, что растенія получались «предѣльныя», такъ какъ они не получали азота извнѣ; другія же вещества давались въ видѣ растворовъ KH_2PO_4, $MgSO_4$, $CaSO_4$, чтобы быть увѣреннымъ въ отсутствіи препятствій къ образованію бѣлковъ съ этой стороны. Растенія помѣщались въ тепличкѣ на вагончикахъ и обильно пользовались теплomъ и свѣтомъ.

При уборкѣ растенія вмѣстѣ съ корнями отмывались подъ струей воды отъ песка и сушились въ просторномъ шкафу при 60—80° С; пробы брались обыкновенно такъ, чтобы на каждую приходилось не менѣе 50 растеній.

Въ опытѣ съ *горохомъ* частичная уборка происходила черезъ каждые 10 дней; анализы дали слѣдующія показанія.

---

[1]) Сѣмена проращивались обыкновенно между пропускной бумагой до образованія корешковъ въ 4—5 cent. длины и тогда пересаживались въ песокъ; этимъ достигалась возможность выбора возможно одинаковыхъ растеній и избѣгался рискъ введенія въ сосудъ невсхожихъ сѣмянъ, которыя, разлагаясь, служили бы источникомъ азотистой пищи.

	Ростки въ моментъ посадки.	10	20	30	40 дней.
		Пребываніе на свѣту.			
N %	4,08	3,39	2,26	2,66	2,44
N бѣлковъ	3,34	1,79	1,82	1,87	1,64
N аспарагина	0,23	0,46	0,28	0,29	—

Выразимъ N бѣлковъ и аспарагина въ % отъ общаго азота, чтобы имѣть сравнимыя величины:

	Ростки.	Зеленыя растенія.			
		10	20	30	40 дней.
N бѣлковъ	81,86	52,37	80,80	71,21	73,54
N аспарагина	5,58	13,50	12,44	10,98	11,88
N остальн. амисоед. . .	12,56	34,13	6,76	17,81	14,58

Здѣсь также въ теченіе перваго десятидневія мы наблюдаемъ энергичное распаденіе бѣлковъ, остается лишь 52% бѣлкового азота, но затѣмъ наступаетъ обратный процессъ, бѣлки регенерируются и относительное ихъ количество доходитъ (по принятой нами мѣркѣ) до *80%*; въ позднѣйшихъ стадіяхъ оно, правда, испытываетъ вновь легкое пониженіе, но вѣроятно это нужно приписать явленіямъ вторичнымъ: такъ какъ мы имѣемъ дѣло съ растеніями предѣльными, то вскорѣ наступаютъ признаки азотистаго голоданія—именно, въ послѣдующихъ стадіяхъ замѣчается пожелтѣніе ранѣе образованныхъ листьевъ и наклонность образовать боковые побѣги, съ перемѣщеніемъ бѣлковъ изъ органовъ отмиранія во вновь образующіеся; слѣдовательно, имѣетъ мѣсто пониженіе ассимиляціонной дѣятельности при продолжающемся ростѣ, что, вѣроятно, и связано съ цѣкоторымъ усиленіемъ процессовъ распаденія. Посмотримъ теперь, на счетъ чего происходитъ здѣсь синтезъ бѣлка. Цифры говорятъ, что не на счетъ аспарагина, а на счетъ другихъ амидосоединеній: количество аспарагина мало измѣнилось (приблизит. на 1%), въ то время какъ количество бѣлкового азота увеличилось на 28%. Такъ что и здѣсь мы имѣемъ повидимому случай, наблюдавшійся Шульце для желтаго люпина, но лишь не столь рѣзко выраженный, такъ какъ здѣсь (у Pisum sativum) на аспарагинъ приходится сравнительно небольшая часть амидnаго азота, онъ не является преобладающимъ веществомъ среди продуктовъ распаденія.

Опытъ съ Pisum sativum былъ повторенъ еще разъ, съ цѣлью получить матеріалъ для сужденія, хотя бы приблизительнаго, о томъ, гдѣ главнымъ образомъ происходитъ регенерація; казалось естественнымъ предположить, что процессъ этотъ долженъ наиболѣе энергично идти въ листьяхъ, а потому слѣдовало ожидать, что въ частяхъ растенія ближайшихъ къ листьямъ и въ самыхъ листьяхъ должно быть больше бѣлковъ и меньше амидосоединеній, нежели въ органахъ отъ нихъ болѣе удаленныхъ. Для этой цѣли горохъ, полученный въ песчаныхъ культурахъ совершенно подобно вышеописанному, убранъ былъ на 14-й день послѣ начала опыта (считая отъ посадки проросшихъ сѣмянъ), такъ какъ въ это время уже можно было ждать наступленія регенераціи судя по предыдущему опыту.

Растенія при уборкѣ разрѣзались на 4 части: листья, стебли, корни и сѣменодоли, затѣмъ матеріалъ быстро высушивался обычнымъ путемъ и измельчался. Анализъ далъ слѣдующія показанія:

	Листья.	Стебли.	Корни.	Сѣменодоли.
Содержаніе N	4,30	3,53	3,62	1,94
N бѣлковъ	3,55	2,43	2,32	1,05
N бѣлковъ въ % отъ всего N .	82,5	68,8	66,8	54,1

Слѣдовательно, бѣлками наиболѣе богаты органы ассимилирующіе—листья, наиболѣе бѣдны ими сѣмянодоли; стебли и корни обнаруживаютъ сходство между собой, занимая средину между зелеными листьями и сѣменодолями; отношеніе бѣлковаго азота къ общему убываетъ въ той же послѣдовательности—отъ листьевъ къ сѣменодолямъ, согласно высказанному выше предположенію. Отсутствіе замѣтныхъ разницъ между стеблемъ и корнемъ заставляетъ предположить, что между ними существуетъ быстрый обмѣнъ веществъ и бо́льшая отдаленность корня отъ листьевъ поэтому не даетъ себя знать замѣтнымъ образомъ [1]).

Интересно сопоставить наблюдаемое здѣсь распредѣленіе бѣлковаго и не бѣлковаго азота по органамъ съ тѣмъ, которое наблюдается въ растеніи этіолированномъ. Соотвѣтствующія опредѣленія сдѣланы были мной ранѣе для Vicia sativa [2]); для 20-ти дневныхъ ростковъ результаты были таковы:

	Сѣменодоли.	Ростки (стебли и корни).
Всего N.	4,12	9,59
Бѣлковаго N.	2,26	2,72
%-ное отн. бѣлк. N къ общему .	54,8	28,3

[1]) Аспарагинъ, за недостаткомъ матеріала, опредѣленъ былъ только въ листьяхъ; они содержали 0,39% N въ формѣ аспарагина, что составляетъ 9,07% отъ всего азота.

[2]) Ср. работу 1895 г.

Такимъ образомъ здѣсь наблюдается совершенно обратное по сравненію съ растеніями ассимилирующими: въ росткахъ отношеніе бѣлковаго азота къ общему ниже, нежели въ сѣменодоляхъ; такимъ образомъ какъ при разрушеніи бѣлковъ, такъ и при ихъ образованіи сѣменодоли отстаютъ отъ растущихъ частей.

Опытъ съ *Phaseolus multiflorus* производился въ той же обстановкѣ, какъ и опыты съ горохомъ; различіе здѣсь состояло лишь въ томъ, что при взятіи пробы для анализа въ той стадіи, въ которой ростки сажались въ песокъ (съ корешками 5—7 cent.), съ сѣменодолей снималась оболочка, такъ какъ она впослѣдствіи теряется. Растенія развивались пышно, довольно долго оставаясь совершенно здоровыми и зелеными. Уборка производилась черезъ каждые 7 дней, считая отъ 22 іюля (день посадки). 29 іюля растенія были около 20 ct. высоты, имѣли два широкихъ развитыхъ листа (кромѣ позеленѣвшихъ сѣменодолей) и два зачаточныхъ; къ 12 августа сполна развилась вторая пара листьевъ; 19 авг. растенія достигли 35 cent. высоты, имѣли три пары листьевъ, но на молодыхъ листьяхъ окраска была уже блѣднозеленой и на старыхъ начали появляться участки засыхающей ткани. Результаты анализовъ даетъ слѣд. таблица:

	Ростки (22 іюля).	Зеленыя растенія. 7 дней (29 іюня).	14 дней (5 авг.).	21 день (12 авг.).	28 дней (19 авг.).
N общій	4,10	3,84	3,59	3,05	2,77
N бѣлковъ	3,39	2,02	2,45	2,24	1,96
N аспарагина	0,15	0,43	0,27	0,26	0,28

Выражая азотъ бѣлковъ и аспарагина въ % отъ всего N имѣемъ:

N бѣлковъ. . .	82,68	52,60	68,22	73,60	70,76
N аспарагина .	3,65	11,20	7,77	8,52	10,11

И здѣсь регенерація наступаетъ послѣ нѣкотораго промежутка, въ теченіе котораго идетъ энергичное распаденіе; поворотный пунктъ лежитъ, вѣроятно, недалеко отъ 7-го дня пребыванія на свѣту, скорѣе послѣ, чѣмъ до этого дня. Регенерація происходила главнымъ образомъ на счетъ амидокислотъ, аспарагинъ у Phaseolus сравнительно слабо представленъ; но все-таки замѣчается и для него нѣкоторая убыль,

Какъ было упомянуто выше, опытъ съ бобами былъ также повторенъ въ 1897 году. Наблюдая сравнительно быстрое наступленіе регенераціи у другихъ растеній и полагая, что условія освѣщенія въ данномъ году (т.-е. культура въ тепличкѣ, а не на окнахъ, ясная и теплая

погода во время опытовъ) способствовали бо̀льшей энергіи процессовъ сиптетическихъ, я расположилъ сроки взятія пробъ такимъ образомъ: 22 іюля (проростки въ моментъ посадки), 5, 8, 12 и 19 августа. Болѣе тѣсное расположеніе сроковъ въ средній періодъ развитія назначено было

Вотъ цифры для этого опыта:

	Зеленыя растенія, бывшія на свѣту.			
	7	14	21	28 дней.

15%, а аспарагиноваго — на 17%, считая на % отъ общаго азота).— Результаты этого опыта нанесены графически на табл. фиг. 5 [1]).

Такимъ образомъ результатъ въ моихъ опытахъ получился иной, чѣмъ у Шульце; быть-можетъ эта разница зависитъ отъ обстановки, въ которой производился опытъ, наприм. отъ лучшаго освѣщенія и болѣе высокой температуры (культура въ тепличкѣ, а не на окнахъ); по крайней мѣрѣ я не вижу другого объясненія, помимо допущенія, что сравнительная скорость потребленія аспарагина и амидокислотъ у Lupinus luteus (а слѣдовательно, и въ другихъ случаяхъ) можетъ измѣняться въ зависимости отъ внѣшнихъ условій.

Итакъ, возможенъ, повидимому, двоякій ходъ регенераціи: или бѣлокъ образуется болѣе или менѣе равномѣрно, какъ изъ аспарагина, такъ и другихъ амидосоединеній, или же потребленіе аспарагина отстаетъ отъ потребленія амидокислотъ. Ко второй категоріи относится случай у Шульце съ Lupinus luteus, у меня съ Pisum sativum и отчасти съ Vicia Faba; можетъ-быть, фактъ, констатированный Залѣсскимъ (образованіе бѣлковъ у Allium Cepa не на счетъ аспарагина, а другихъ соединеній), также долженъ быть сопоставленъ съ этими наблюденіями. Изъ предыдущей главы видно, что, повидимому, аспарагинъ является (по крайней мѣрѣ отчасти) вторичнымъ продуктомъ, т.-е. образуется изъ другихъ продуктовъ распаденія бѣлка; возможно, что онъ, какъ тѣло далѣе отстоящее отъ бѣлка, въ нѣкоторыхъ условіяхъ труднѣе перерабатывается, чѣмъ амидокислоты, являющіяся, повидимому, непосредственными продуктами распаденія бѣлковъ.

Результаты вышеизложенныхъ наблюденій надъ обратнымъ образованіемъ бѣлковъ изъ продуктовъ ихъ распаденія на свѣту могутъ быть вкратцѣ сформулированы слѣдующимъ образомъ:

1) Растенія, прорастающія на свѣту, сначала разрушаютъ бѣлки столь же энергично, какъ и прорастающія въ темнотѣ; лишь позднѣе, когда разовьется листовая поверхность, начинается обратный процессъ образованія бѣлковъ; у однихъ растеній эта стадія наступаетъ черезъ 10—15 дней отъ начала прорастанія, у другихъ значительно позднѣе (наприм., у Vicia Faba).

2) Регенерація бѣлка идетъ или одновременно какъ на счетъ аспарагина, такъ и другихъ амидосоединеній, или потребленіе аспарагина отстаетъ отъ потребленія другихъ амидосоединеній; обратные случаи до сихъ поръ не наблюдались.

3) Мѣстомъ наиболѣе энергичной регенераціи бѣлковъ должны считаться, очевидно, листья; анализъ подтверждаетъ это à priori вѣроятное заключеніе.

---

[1]) Части кривыхъ между 5 и 10 днемъ построены по приближенію, на основаніи сопоставленія описаннаго здѣсь опыта съ опытами главы II-й.

Аналитическое приложеніе къ главѣ III.

(Регенерація на свѣту).

Опытъ 1895 года съ Vicia Faba.

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, децинорм. нейтрализов. при отгонкѣ, куб. сант.	Сотвѣтствующее количество N mgr.	N въ % отъ навѣски.	Среднее.
I. Растенія, бывшія 7 дней на свѣту подъ колпаками (безъ CO_2).					
Общее колич. азота.	a) 0,5426	18,2	25,48	4,69	4,69
	b) 0,5903	19,8	27,72	4,69	
Азотъ бѣлковъ . .	a) 0,5206	11,5	16,10	3,09	3,10 [1])
	b) 0,5721	12,7	17,78	3,11	
Азотъ аспарагина .	a) 2,5 gr.	6,8	9,52	0,76	0,73
	b) 2,5 „	6,2	8,68	0,69	
II. Послѣ 10 дней пребыванія на воздухѣ и на свѣту (17 дневн.).					
Общее колич. азота.	a) 0,5574	19,0	26,60	4,68	4,72
	b) 0,3191	10,8	15,12	4,74	
N бѣлковъ	a) 0,5828	10,8	15,12	2,59	2,60 [2])
	b) 1,2779	23,9	33,46	2,62	
N аспарагина . . .	a) 2,5 gr.	9,1	12,74	1,02	1,02
	b) 2,5 „	9,2	12,88	1,03	
III. Послѣ 16 дней ассимиляціи (23 дневн.).					
Общее колич. азота.	a) 0,6473	19,3	27,02	4,17	4,19
	b) 0,7445	22,4	31,36	4,21	
N бѣлковъ	a) 0,9647	17,6	24,64	2,55	2,53
	b) 1,4044	25,3	35,42	2,52	
N аспарагина. . .	a) 5 gr.	15,9	22,26	0,88	0,86
	b) 4,6190	14,5	20,30	0,84	

---

[1]) Опредѣленіе азота въ фильтратѣ отъ осажденія бѣлковъ по Штуцеру дало въ этомъ случаѣ 1,65%.

[2]) Опредѣленіе азота въ фильтратѣ дало 2,11.

Опытъ 1896 года съ Vicia Faba.

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, децинорм., нейтрализ. при оттонкѣ, куб. цант.	Соотвѣтствующее количество азота mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
I. Растенія 20-дневныя.					
Общее колич. азота.	a) 0,6777	22,6	32,23	4,75	4,78
	b) 0,4703	15,9	22,67	4,82	
N бѣлковъ	a) 1,0583	20,2	29,37	2,77	2,78[1]
	b) 1,4848	29,1	41,49	2,79	
N аспарагина . . .	a) 3 gr.	10,2	14,54	0,97	0,92
	b) 3 „	9,1	12,98	0,87	
II. Растенія 30-дневныя (въ цвѣту).					
Общее колич. азота.	a) 0,5462	18,9	26,95	4,93	4,92
	b) 0,4684	16,2	23,03	4,92	
N бѣлковъ	a) 0,7265	13,6	19,39	2,67	2,72[2]
	b) 0,9678	18,9	26,95	2,78	
N аспарагина . . .	a) 4 gr.	16,9	24,10	1,20	1,24
	b) 4 „	18,0	25,67	1,28	

Опытъ 1897 года съ Pisum sativum.

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, децинорм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
Горохъ № 0 (моментъ перенесенія съ канвы въ песокъ).					
Общее колич. азота.	a) 0,6967	20,4	28,56	4,09	4,08
	b) 0,9503	27,6	38,64	4,07	
N бѣлковъ	a) 0,8674	21,0	29,40	3,39	3,34
	b) 1,2513	29,5	41,30	3,30	
N аспарагина . . .	a) 5 gr.	3,7	5,18	0,21	0,23
	b) 5 „	4,4	6,16	0,25	

[1]) Опредѣленіе азота въ фильтратѣ дало въ среднемъ 1,92%.
[2]) Опредѣленіе азота въ фильтратѣ дало въ среднемъ 2,16%.

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, децинорм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
Горохъ № 1-й (черезъ 10 дней послѣ посадки).					
Общее колич. азота.	a) 0,4549	11,0	15,40	3,38	3,39
	b) 0,9936	24,1	33,74	3,39	
	c) 0,9627	23,4	32,76	3,40	
N бѣлковъ	a) 0,8110	10,4	14,56	1,79	1,79
	b) 0,8010	10,0	14,00	1,75	
	c) 2,0000	26,3	36,82	1,84	
N аспарагина . . .	a) 3 gr.	4,8	6,72	0,45	0,46
	b) 3 „	5,0	7,00	0,47	
Горохъ № 2-й (черезъ 20 дней пребыванія на свѣту).					
Общее колич. азота.	a) 0,5150	8,4	11,76	2,28	2,26
	b) 0,5210	8,4	11,76	2,25	
N бѣлковъ	a) 1,0238	13,2	18,48	1,80	1,82
	b) 1,0204	13,4	18,83	1,84	
N аспарагина . . .	a) 5 gr.	5,3	7,42	0,30	0,28
	b) 5 „	4,7	6,58	0,26	
Горохъ № 3-й (30 дней на свѣту).					
Общее колич. азота.	a) 0,5207	10,0	14,00	2,68	2,66
	b) 0,5239	9,9	13,86	2,64	
N бѣлковъ	a) 1,0164	13,5	18,97	1,86	1,87
	b) 1,0196	13,7	19,25	1,88	
N аспарагина . . .	a) 5 gr.	5,0	7,00	0,28	0,29
	b) 5 „	5,4	7,56	0,30	
Горохъ № 4-й (40 дней на свѣту).					
Общее колич. азота.	a) 1,0635	18,9	26,46	2,44	2,44
N бѣлковъ	a) 0,5880	7,1	9,94	1,69	1,64
	b) 1,6783	19,0	26,60	1,59	
N аспарагина . . .	a) 5 gr.	5,3	7,42	0,29	0,29
	b) 5 „	5,3	7,41	0,29	

Опытъ 1897 года съ Phaseolus multiflorus.

Родъ опредѣленія.	Навѣска mgr.	H_2SO_4, деци-норм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества	Среднее.
Фасоль № 0 (22 іюля).					
Общее колич. азота.	a) 0,8909	26,1	36,54	4,10	4,10
	b) 1,0035	29,5	41,30	4,10	
N бѣлковъ	a) 0,8861	21,5	30,10	3,39	3,39
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	5,5	7,70	0,15	0,15
	b) 10 „	5,2	7,28	0,15	
Фасоль № 1-й (29 іюля).					
Общее колич. азота.	a) 0,4916	13,5	18,90	3,84	3,84
	b) 1,0162	28,0	39,20	3,85	
N бѣлковъ	a) 1,3922	20,4	28,56	2,05	2,02
	b) 1,1338	16,1	22,68	2,00	
N аспарагина . . .	a) 5 gr.	7,3	10,22	0,41	0,43
	b) 5 „	6,9	11,34	0,45	
Фасоль № 2-й (5 августа).					
Общее колич. азота.	a) 0,6285	15,9	22,26	3,56	3,59
	b) 0,7530	19,4	27,16	3,62	
N бѣлковъ	a) 0,6938	12,1	16,94	2,42	2,45
	b) 0,8505	15,1	21,14	2,48	
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	9,5	13,30	0,27	0,27
	b) 10 „	10,0	14,00	0,28	
Фасоль № 3-й (12 августа).					
Общее колич. азота.	a) 0,5222	11,4	16,03	3,07	3,05
	b) 0,8907	19,3	27,02	3,03	
N бѣлковъ	a) 0,7659	12,2	17,08	2,23	2,24
	b) 1,0654	17,2	24,08	2,26	
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	9,7	13,58	0,27	0,26
	b) 10 „	8,9	12,46	0,25	
Фасоль № 4-й (19 августа).					
Общее колич. азота.	a) 0,7063	13,9	19,46	2,75	2,77
	b) 0,6250	12,5	17,50	2,80	
N бѣлковъ	a) 0,8558	12,0	16,80	1,96	1,96
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	10,1	14,44	0,29	0,28
	b) 10 „	10,0	14,00	0,28	

Опытъ 1897 года съ Vicia Faba.

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, деци-норм., нейтрализ. при оттонкѣ, куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
Бобы № 1-й (22 іюля—5 августа) [1]).					
N общій	a) 0,9685	31,6	44,24	4,57	4,57
	b) 0,8600	28,1	33,34	4,57	
N бѣлковъ. . . .	a) 1,2938	24,2	33,88	2,62	2,61
	b) 1,6630	31,0	43,40	2,61	
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	30,0	42,00	0,84	0,84
	b) 10 „	30,0	42,00	0,84	
Бобы № 2-й (8 августа).					
N общій	a) 1,0472	35,4	49,70	4,74	4,76
	b) 0,8565	29,4	41,16	4,80	
	c) 1,2776	43,4	60,76	4,75	
N бѣлковъ	a) 1,1430	20,3	28,42	2,49	2,53
	b) 0,8925	16,4	22,96	2,57	
N аспарагина . . .	a) 7 gr.	23,8	33,32	0,95	0,95
	b) 7 „	24,1	33,74	0,96	
Бобы № 3-й (12 августа).					
N общій	a) 1,0166	30,3	42,42	4,17	4,18
	b) 1,0685	32,0	44,80	4,19	
N бѣлковъ	a) 1,2229	20,0	28,00	2,29	2,28
	b) 0,8911	14,5	20,30	2,28	
N аспарагина . . .	a) 7 gr.	20,0	28,00	0,80	0,81
	b) 7 „	20,6	28,84	0,82	
Бобы № 4-й (19 августа).					
N общій	a) 0,7888	23,6	33,04	4,19	4,18
	b) 0,8520	25,4	35,56	4,18	
N бѣлковъ	a) 1,2118	18,9	26,46	2,18	2,16
	b) 0,9195	14,1	19,74	2,14	
N аспарагина . . .	a) 7 gr.	25,3	35,42	1,01	1,01
	b) 7 „	25,6	35,84	1,02	

[1]) № 0 (ростки въ моментъ посадки) здѣсь анализировать не стоитъ, такъ какъ регенерація не наступила до конца.

Опытъ 1898 года съ Lupinus luteus.

Родъ опредѣленія.	Навѣска.	H_2SO_4, деци-норм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество N, mgr.	N въ % отъ навѣски.	Среднее.
№ 0—ростки въ моментъ посадки.					
N общій	0,5662	42,0	58,80	10,05	10,05
N бѣлковъ	0,9035	47,7	66,08	7,32	7,32
N аспарагина . . .	5 gr.	15,6	21,84	0,87	0,87
I. 7 дней на свѣту.					
Общее колич. азота.	a) 0,7393	39,2	54,88	7,42	7,38
	b) 0,7360	38,6	54,04	7,34	
N бѣлковъ	a) 1,1786	23,8	33,32	2,83	2,78
	b) 0,9406	18,4	25,76	2,74	
N аспарагина . . .	a) 5 gr.	39,2	54,88	2,19	2,24
	b) 5 „	40,7	56,98	2,28	
II. 14 дней на свѣту.					
Общее колич. азота.	a) 0,6501	18,5	25,90	3,98	3,98
	b) 0,9242	25,8	36,12	3,98	
N бѣлковъ	a) 1,6297	24,1	33,74	2,07	2,07
	b) 1,3705	20,4	28,56	2,08	
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	32,0	44,80	0,90	0,87
	b) 10 „	30,0	42,00	0,84	
	c) 5 „	15,8	22,12	0,88	
III. 21 день на свѣту.					
Общее колич. азота.	a) 0,9746	22,2	31,08	3,19	3,17
	b) 0,8907	20,1	28,14	3,16	
N бѣлковъ	a) 1,0473	16,3	22,82	2,18	2,18
	b) 1,1335	17,7	24,78	2,18	
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	15,2	21,28	0,43	0,43
	b) 10 „	15,5	21,70	0,43	
IV. 28 дней на свѣту.					
Общее колич. азота.	a) 0,8874	18,2	25,48	2,87	2,83
	b) 0,8896	17,8	24,92	2,80	
N бѣлковъ	a) 1,0017	14,4	20,16	2,01	1,98
	b) 1,1628	16,3	22,82	1,96	
N аспарагина . . .	a) 10 gr.	13,0	18,20	0,36	0,36
	b) 10 „	13,4	18,76	0,37	

Опытъ 1898 года съ Cucurbita Pepo.

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, деци-норм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота, mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
I. 7 дней на свѣту.					
Общее колич. азота.	1,1894	31,5	44,10	3,71	3,71
N бѣлковъ	a) 0,8894	15,4	21,56	2,42	2,45
	b) 1,2839	22,9	32,06	2,49	
II. Ростки, бывшіе 14 дней на свѣту.					
Общее колич. азота.	a) 0,8312	17,8	24,92	3,00	2,99
	b) 0,6489	13,8	19,32	2,98	
N бѣлковъ	2,4295	35,1	49,14	2,02	2,02
III. Послѣ пребыванія на свѣту въ теченіе 21 дня.					
Общее колич. N .	0,7200	14,9	20,86	2,89	2,89
N бѣлковъ	a) 1,1305	15,5	21,70	1,92	1,92
	b) 0,8618	12,0	16,80	1,93	
IV. Послѣ 28 дней на свѣту					
Общее колич. азота.	a) 0,7357	12,0	16,80	2,29	2,27
	b) 0,5461	8,8	12,32	2,25	
N бѣлковъ	a) 1,3318	13,7	19,18	1,44	1,38
	b) 1,6398	15,6	21,84	1,32	
Аспарагинъ [1]. I	a) 10 gr.	7,5	10,50	0,21	0,21
	b) 10 „	7,5	10,50	0,21	
Аспарагинъ [1]. IV	a) 10 „	5,1	7,14	0,14	0,14
	b) 10,5	5,1	7,14	0,14	

[1]) Точнѣе — глютаминъ, такъ какъ бо́льшая часть аспарагина въ росткахъ тыквы замѣщается глютаминомъ.

Второй опытъ съ Pisum sativum (1897).

Родъ опредѣленія.	Навѣска.	H_2SO_4, децинорм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество N, mgr.	N въ % отъ навѣски.	Среднее.
Листья.					
Общее колич. азота.	a) 0,5674	17,5	24,50	4,32	4,30
	b) 0,8018	24,6	34,44	4,29	
N бѣлковъ	a) 1,2015	30,5	42,70	3,55	3,55
	b) 1,1619	29,5	41,30	3,56	
Стебли.					
Общее колич. азота.	a) 0,6195	15,5	21,70	3,53	3,53
	b) 0,6881	17,4	24,36	3,54	
N бѣлковъ	a) 0,6955	12,1	16,94	2,43	2,43
	b) 1,0376	18,0	25,20	2,43	
Корни.					
Общее колич. азота.	a) 0,4995	13,0	18,20	3,64	3,62
	b) 0,7418	19,1	26,74	3,60	
N бѣлковъ	a) 0,7609	12,7	17,78	2,34	2,32
	b) 1,2190	20,1	28,14	2,31	
Сѣменодоли.					
Общее колич. азота.	a) 0,8600	11,8	16,52	1,92	1,94
	b) 0,6815	9,6	13,44	1,97	
N бѣлковъ	a) 0,6341	5,0	7,00	1,10	1,05
	b) 1,2460	8,9	12,46	1,00	
N аспарагина въ листьяхъ	3,2900 gr.	4,5	6,30	—	0,39%

ГЛАВА IV.

Регенерація бѣлковъ и синтезъ ихъ изъ нитратовъ и амміака въ темнотѣ.

Что на свѣту, при энергичной ассимиляціи, продукты распаденія бѣлковъ могутъ быть вновь использованы растеніемъ, этого никто не отрицалъ (хотя и здѣсь фактическихъ доказательствъ до сихъ поръ было недостаточно); но совершенно другое имѣетъ мѣсто по отношенію къ вопросу объ обратномъ образованіи бѣлковъ безъ участія свѣта изъ аспарагина и подобныхъ ему соединеній. По этому предмету, какъ извѣстно существовало два воззрѣнія; по одному, высказанному Буссенго, аспарагинъ въ этіолированномъ растеніи является продуктомъ обмѣна, подобнымъ мочевинѣ, и растеніе не можетъ превратить его въ бѣлокъ безъ содѣйствія свѣта; по другому воззрѣнію, высказанному Пфефферомъ и далѣе развитому Бородинымъ, такой синтезъ бѣлковъ изъ аспарагина и углеводовъ происходитъ уже и въ темнотѣ; даже самое образованіе аспарагина Пфефферъ стремится объяснить необходимостью для растенія превратить азотистыя соединенія изъ формы коллоидальной въ форму способную проходить черезъ перепонки, двигаться къ точкамъ роста и тамъ вновь образовать бѣлокъ съ притекающей одновременно глюкозой. Свѣту Пфефферъ приписываетъ лишь посредственную роль: вызывая ассимиляцію, онъ способствуетъ накопленію углеводовъ, а слѣдовательно доставляетъ матеріалъ для превращенія аспарагина въ бѣлокъ. При наличности же углеводовъ свѣтъ, по мнѣнію Пфеффера, не нуженъ; накопленіе большихъ количествъ аспарагина въ темнотѣ объясняется, по этому взгляду, именно недостаткомъ углеводовъ.

Это воззрѣніе основано помимо à priori'ыхъ соображеній главнымъ образомъ на явленіяхъ распредѣленія аспарагина въ органахъ проростковъ; микроскопическія наблюденія показали Пфефферу, что аспарагинъ главнымъ образомъ скопляется въ растущихъ частяхъ (гдѣ, по разсматриваемой гипотезѣ, должна происходить регенерація), а въ сѣменодоляхъ его сравнительно мало; фактъ этотъ былъ подтвержденъ и аналитиче-

скимъ путемъ [1]). Но дѣло въ томъ, что объяснять этотъ фактъ можно различнымъ путемъ; можно предполагать, что аспарагинъ именно въ мѣстахъ наиболѣе энергичнаго роста и образуется, какъ продуктъ обмѣна и отсюда лишь вторично проникаетъ въ сѣменодоли, благодаря разницѣ концентрацій; это даже кажется болѣе естественнымъ, такъ какъ иначе странно было бы видѣть скопленіе аспарагина именно тамъ, гдѣ онъ по разсматриваемой гипотезѣ долженъ бы потребляться; существуютъ и другія возраженія противъ взгляда на аспарагинъ, какъ на вещество, спеціально предназначенное для транспорта азотистыхъ матеріаловъ и обратнаго образованія бѣлковъ [2]); но не будемъ здѣсь на этомъ подробнѣе останавливаться, а лишь отмѣтимъ, что однихъ наблюденій надъ распредѣленіемъ аспарагина очевидно недостаточно для сужденія о возможности или невозможности регенераціи бѣлка въ темнотѣ; для этого нужны доказательства экспериментальнаго характера.

Попытокъ дать эти доказательства существуетъ нѣсколько, на краткомъ разсмотрѣніи ихъ мы теперь и остановимся.

Въ сущности уже у Пфеффера въ 1873 году [3]) мы находимъ опытъ, имѣвшій цѣлью показать, что свѣтъ самъ по себѣ не играетъ роли при превращеніи аспарагина въ бѣлокъ; именно, онъ помѣщалъ часть ростковъ желтаго люпина въ атмосферу лишенную углекислоты (подъ колпаками, гдѣ углекислота, выдѣляемая при дыханіи, поглощалась ѣдкой щелочью), а другую оставилъ на открытомъ воздухѣ; тѣ и другія растенія пользовались свѣтомъ, но первыя не могли образовать углеводовъ; къ тому времени, какъ растенія усвоявшія потребили аспарагинъ, количество его въ неусвоявшихъ продолжало увеличиваться.

Но что въ сущности доказываетъ этотъ опытъ?

Что растенія *безъ притока углеводовъ* не въ состояніи превратить аспарагинъ въ бѣлокъ, хотя бы и на свѣту, а вовсе не то, что свѣтъ не нуженъ для образованія бѣлка изъ аспарагина, углеводъ.

Для того, чтобы наблюдать дѣйствіе свѣта, очевидно, постановка опыта должна быть совершенно иная: нужно сравнивать превращенія аспарагина въ присутствіи интересующаго насъ фактора (на свѣту) и въ отсутствіи его (въ темнотѣ); другой же несомнѣнно необходимый факторъ (углеводы) долженъ быть въ обоихъ случаяхъ въ избыткѣ, а такъ какъ

[1]) Наприм., Шульце для желтаго люпина (Landw. Jahrb. IX, 721) и мной для Vicia sativa (Versuchsstat., XLV, 265).

[2]) Укажемъ, наприм., на констатированное Селивановымъ (Landw. Jahrb. 1878, 436) совмѣстное накопленіе глюкозы и аспарагина въ росткахъ картофеля, на установленный позднѣе наблюденіями моими и Merlis'a фактъ, что аспарагинъ, по крайней мѣрѣ отчасти, образуется вторично изъ другихъ продуктовъ распаденія бѣлка и иногда труднѣе обращается обратно въ бѣлокъ, чѣмъ другія амидосоединенія.

[3]) Monatsberichte Berliner Akademie, 1873. (December).

углеводы въ темнотѣ не образуются, то нужно попробовать снабдить ими растенія искусственно; если бы при этихъ условіяхъ въ темнотѣ получилось образованіе бѣлковъ, то взглядъ Пфеффера на значеніе аспарагина былъ бы подтвержденъ.

Эти условія и старались осуществить послѣдующіе авторы въ своихъ работахъ. Одной изъ такихъ работъ — работы Монтеверде [1]) мнѣ приходилось уже касаться ранѣе, поэтому коснусь ея здѣсь лишь вкратцѣ. Монтеверде наблюдалъ, что вѣтви сирени, побѣги гороха будучи поставлены въ растворъ сахара (винограднаго или тростниковаго 6—8%), аспарагина не обнаруживаютъ, но накопляютъ крахмалъ въ тканяхъ; наоборотъ, будучи поставлены въ воду, они накопляютъ массу аспарагина, но не содержатъ крахмала; отсюда авторъ заключаетъ, что сахаръ употреблялся растеніемъ на обратное образованіе бѣлковъ на счетъ аспарагина. Но существуютъ работы, наприм., Надсона [2]), показывающія, что въ 5—10% растворахъ сахара ростъ останавливается; слѣдовательно, можно думать, что въ опытахъ Монтеверде образованія аспарагина не было (связь между энергіей роста и образованіемъ аспарагина отмѣчалась не разъ, наприм., въ работахъ Бородина, Оскара Мюллера), а слѣдовательно, и регенерація бѣлка не имѣла мѣста. Если бы Монтеверде сначала далъ росткамъ накопить аспарагинъ, а затѣмъ, поставивши ихъ въ растворъ сахара, наблюдалъ его потребленіе, то опытъ его былъ бы доказателенъ. Съ этимъ именно измѣненіемъ опытъ былъ мною повторенъ, но съ отрицательнымъ результатомъ [3]).

Такимъ образомъ опытъ Монтеверде не можетъ служить доказательствомъ возможности образованія бѣлка изъ аспарагина и углеводовъ въ темнотѣ.

Слѣдующая попытка дать такое доказательство принадлежитъ Kinoshita [4]). Здѣсь мы встрѣчаемъ правильную постановку опыта, но примѣненный методъ опредѣленія аспарагина оставляетъ желать многаго. Опытъ состоялъ въ слѣдующемъ: у этіолированныхъ ростковъ сои длиной въ 20—27 cent. отрѣзались сѣменодоли и ростки погружались корнями въ 1% растворъ глицерина или метильнаго спирта; чтобы избѣжать развитія бактерій, примѣнялась фракціонированная культура: растенія помѣщались то въ растворъ органическаго вещества безъ минеральныхъ солей, то (на короткое время) имъ давались лишь минеральныя соли,

[1]) Труды С.-Петер. общ. естеств. XX, отд. Ботаники, стр. 29.

[2]) Тамъ-же, стр. 73.

[3]) Я намѣренно бралъ высокую концентрацію раствора сахара (10%), чтобы работать въ условіяхъ, подобныхъ тѣмъ, какія были у Надсона и Монтеверде.

[4]) On the Consumption of Asparagine in the Nutrition of Plants. College of Agriculture, Tokyo. Bulletin, vol. II, № 4 (1895).

безъ органической пищи; но все-таки растворъ сахара обнаруживалъ помутнѣніе, приходилось мѣнять его. Черезъ 27 дней опытъ былъ законченъ и растенія подвергнуты изслѣдованію; микроскопъ показалъ меньшее количество аспарагина въ растеніяхъ, получившихъ глицеринъ, сравнительно съ контрольными (росшими въ водѣ). Количественное опредѣленіе аспарагина (по способу кристаллизаціи и взвѣшиванія аспарагина (какъ таковаго) дало слѣдующія цифры:

	Навѣска.	Аспарагинъ gr.	Тоже 6%.
Контрольныя растенія (убранныя при началѣ опыта) [1]	3,966 gr.	0,853	21,5%
Растенія въ 1% CH_3OH	2,698	0,511	18,9%
„ въ 1% глицеринѣ . . .	4,590	0,629	13,7%

Цифры эти, повидимому, говорятъ за то, что аспарагинъ потреблялся тамъ, гдѣ растенія получили глицеринъ; этотъ выводъ и дѣлается авторомъ; но слабая сторона здѣсь въ слѣдующемъ: замѣна обычнаго способа опредѣленія аспарагина (по Саксе) способомъ выдѣленія аспарагина въ кристаллахъ никоимъ образомъ не можетъ быть одобрена; послѣдній пріемъ является весьма неточнымъ, какъ видно изъ слѣдующихъ результатовъ, полученныхъ Шульце: [2])

Аспарагинъ по Саксе.	Выходъ аспарагина въ кристалахъ.	Разность.
24,5%	20,7%	—3,8%
29,2%	25,9%	—3,3%
23,5%	21,4%	—2,1%
26,8%	22,1%	—4,7%

Если у такого опытнаго изслѣдователя, какъ Шульце, который всю жизнь работалъ съ этими веществами, ошибка при этомъ способѣ можетъ доходить до 4,7%, то можетъ ли Kinoshita ручаться, что у него ошибка не доходила до 7,8%? (а выводъ Kinoshita построенъ именно на такой разности, въ maximum'ѣ). Совершенно непонятно, почему Kinoshita прибѣгъ къ этому пріему, когда есть такой точный и удобный путь опредѣленія аспарагина по Саксе.

Затѣмъ, въ данномъ опытѣ мы не находимъ количественнаго опредѣленія бѣлковъ; а такое опредѣленіе здѣсь было бы чрезвычайно важнымъ дополненіемъ къ опредѣленію аспарагина. Авторъ даетъ, правда, указаніе, что *качественно* ему удалось открыть бѣлокъ въ водномъ экстрактѣ изъ растеній, росшихъ въ глицеринѣ, и не удалось въ случаѣ растеній контрольныхъ.

[1]) Другая часть контрольныхъ растеній оставлена была расти въ водѣ до конца опыта; тамъ получилось содержаніе аспарагина, конечно, большее (24,0 и 28,7%); но я считаю правильнымъ сравненіе лишь съ исходнымъ матеріаломъ, по тѣмъ же соображеніямъ, какія упомянуты по поводу работы Monteverde.

[2]) Zeitschr. f. physiol. Chemile, B. XXIV, 38.

Далѣе, число взятыхъ растеній было въ этихъ опытахъ повидимому не такъ велико, чтобы исключить возможность вліянія индивидуальныхъ колебаній (ростки развиваются обыкновенно далеко неравномѣрно).

По всѣмъ этимъ соображеніямъ опытъ Kinoshita не кажется мнѣ достаточнымъ доказательствомъ возможности регенераціи въ темнотѣ.

Я сдѣлалъ попытку повторить опытъ Kinoshita надъ ростками Phaseolus vulgaris; именно, 28 мая 1896 года, 7 сосудовъ съ натянутою канвою были засажены ростками фасоли; 5-го іюня (когда растенія образовали стебли въ 30—35 cent. длины) у всѣхъ растеній были отрѣзаны сѣменодоли, растенія изъ 2-хъ сосудовъ убраны и высушены, а остальные получили вмѣсто воды 1% растворъ глицерина; растворъ этотъ въ теченіе 9 дней мѣнялся 5 разъ; два раза растенія получали въ этомъ растворѣ и минеральныя соли (KH_2PO_4, $MgSO_4$ и $CaSO_4$). За время опыта значительный процентъ растеній заболѣвалъ, что сказывалось измѣненіемъ внѣшняго вида (появленіе полупрозрачныхъ участковъ на стебляхъ) и пониженіемъ тургора. При уборкѣ (14 іюня) всѣ больныя растенія были отброшены, а здоровыя высушены и подвергнуты анализу, какъ и проба, взятая 5-го іюня. Вотъ результаты:

	5 іюня.	14 іюня.	
N аспарагина . . .	2,11%	2,22%	въ воздушно-сухомъ веществѣ.
N бѣлковъ	1,96%	2,02%	
Всего N	7,13%	6,83%	

Выражая азотъ бѣлковъ и амидосоединенія въ % отъ всего азота (ради сравнимости результатовъ), получимъ:

	5 іюня.	14 іюня.
Азотъ аспарагина	29,6%	32,5%
Азотъ бѣлковъ	27,6%	29,3%

Т.-е. регенераціи не получилось; наблюденныя для бѣлковаго азота разницы слишкомъ малы, чтобы придавать имъ значеніе, тѣмъ болѣе, что только для аспарагина и общаго азота здѣсь были сдѣланы необходимыя двойныя опредѣленія, а для азота бѣлковъ сдѣлано было лишь по одному опредѣленію, вслѣдствіе недостатка матеріала, и какъ разъ для аспарагина цифры не показываютъ уменьшенія. Конечно, нужно согласиться, что отрицательный результатъ одного опыта не есть доказательство того, что вообще регенерація при подобныхъ опытахъ не будетъ имѣть мѣста; но положительные случаи должны быть хорошо установлены.

Въ концѣ 1896 года появилась работа Hasteena'a [1]) надъ Lemna

[1]) Berichte d. d. Bot. Gesellschaft, 1896.

minor, на основаніи которой авторъ приходитъ къ убѣжденію, что аспарагинъ и другія амидосоединенія способны быть источникомъ для образованія бѣлковъ въ темнотѣ въ присутствіи растворимыхъ углеводовъ. Исходнымъ пунктомъ для этой работы послужило такое соображеніе: Lemna, какъ извѣстно, способна накоплять крахмалъ въ растворахъ глюкозы и сахарозы; если дать ей одновременно и аспарагинъ, то, въ случаѣ регенераціи, крахмала должно отложиться менѣе или его вовсе не будетъ, а бѣлковъ будетъ больше. По наблюденіямъ автора (исключительно микроскопическимъ) это и оказывается на самомъ дѣлѣ, если питать Lemna глюкозой и аспарагиномъ; напротивъ, сахароза съ аспарагиномъ не даетъ бѣлка, но оба эти вещества одновременно накопляются въ клѣточномъ сокѣ [1]), крахмалъ обильно отлагается.

Авторъ испытывалъ затѣмъ различныя комбинаціи амидосоединеній и углеводовъ; оказалось, что, наприм., мочевина съ декстрозой образуетъ благопріятную пару для регенераціи, точно такъ же какъ и съ сахарозой; напротивъ, гликоколь долженъ быть комбинированъ только съ декстрозой. Амміачныя соли оказываются, по наблюденіямъ Hansteen'a, столь же удобнымъ матеріаломъ для образованія бѣлка въ темнотѣ, какъ и амидосоединенія; напротивъ, съ нитратами синтеза не происходитъ.

Въ этой интересной по постановкѣ опытовъ работѣ недостаетъ одного—количественнаго опредѣленія бѣлковъ; полагаться на реакціи окрашиванія для рѣшенія вопроса о томъ, гдѣ больше и гдѣ меньше бѣлка, конечно трудно; при этомъ пріемѣ рѣшеніе сводится къ глазомѣрной оцѣнкѣ. Что авторомъ опредѣленно констатировано, это лишь то, что присутствіе извѣстныхъ амидосоединеній мѣшаетъ Lemna отлагать крахмалъ изъ глюкозы или сахарозы; это дѣлаетъ лишь вѣроятнымъ, что углеводы (а слѣд. и амидосоединенія) при этомъ потреблялись на образованіе бѣлковъ, но не доказываетъ этого окончательно. [2])

Въ 1898 году появилась работа Залѣсскаго надъ прорастаніемъ въ темнотѣ луковицъ Allium Cepa, результаты которой являются непосредственно относящимися къ интересующей насъ темѣ; работа эта важна для насъ потому, что авторъ ея даетъ количественныя опредѣленія бѣлковъ и амидосоединеній въ проросшихъ луковицахъ разнаго возраста произведенныя общепринятыми аналитическими методами (опредѣленія общаго азота по Кіельдалю, бѣлковаго азота по Штуцеру, азота аспарагина—по Саксе). Не вдаваясь въ описаніе деталей, приведемъ лишь

[1]) Этимъ объясняется, по мнѣнію автора, то обстоятельство, что въ росткахъ картофеля, содержащихъ сахарозу, аспарагинъ накопляется въ большихъ количествахъ; но какъ мы уже упоминали, ростки эти содержатъ и глюкозу (Селивановъ, l. c.).

[2]) Теперь (1899) появилось болѣе подробное изложеніе работы Hansteen'a (въ Jahrbücher f. wiss. Botanik); но и въ немъ не дано количественнаго опредѣленія бѣлковъ.

относительныя количества азота въ формѣ бѣлковъ и аспарагина для разныхъ стадій.

I-й опытъ

	20 января.	17 февраля.	20 февраля.
N бѣлковъ въ % отъ всего N .	32,0%	50,5%	52,5%
N аспарагина въ % отъ всего N .	6,6%	9,7%	10,2%

II-й опытъ

	25 февраля.	15 марта.	17 марта.
N бѣлковъ	40,9%	59,7%	59,8%
N аспарагина	6,8%	7,6%	6,9%

III-й опытъ

	22 марта.	7 апрѣля.	15 апрѣля.
N бѣлковъ	49,6%	64,3%	60,9%
N аспарагина	11,9%	11,9%	12,3%

Цифры говорятъ, что количество бѣлковъ увеличивалось во всѣхъ трехъ случаяхъ, но только не на счетъ аспарагина, количество котораго не уменьшалось. Авторъ, правда, въ своемъ предварительномъ сообщеніи не даетъ величины навѣсокъ, такъ что судить о предѣлахъ погрѣшностей читатель не имѣетъ возможности; но разницы въ относительномъ количествѣ бѣлковаго азота такъ велики и всѣ три опыта такъ между собою согласны, что сомнѣваться въ правильности наблюденій нѣтъ никакихъ основаній.

Но въ то же время самый фактъ образованія бѣлковыхъ веществъ при прорастаніи у Allium Cepa является столь противорѣчащимъ всему до сихъ поръ наблюдавшемуся, что невольно является желаніе выяснить этотъ случай до конца, устранить возможность всякаго недоразумѣнія. А такое недоразумѣніе могло проистекать вотъ изъ какого обстоятельства (хотя вѣроятность этого и не велика): въ изложенной работѣ опредѣленно констатировано, что относительное содержаніе азота въ соединеніяхъ осаждаемыхъ водной окисью мѣди—растетъ во время прорастанія; но всегда ли водная окись мѣди осаждаетъ только бѣлки? Правда, методъ Штуцера прилагался въ разнообразнѣйшихъ случаяхъ съ должнымъ успѣхомъ; но все же это есть методъ эмпирическій, основанный на томъ, что всѣ до сихъ поръ встрѣчавшіеся продукты распаденія бѣлковъ даютъ съ мѣдью растворимыя въ водѣ соединенія; нельзя ручаться, что при переходѣ къ новымъ объектамъ мы не можемъ наткнуться на такой изъ нихъ, въ которомъ продуктомъ распаденія бѣлковъ будетъ какое-нибудь мало извѣстное до сихъ поръ тѣло, дающее съ $Cu(OH)_2$ трудно растворимое соединеніе; въ этомъ воображаемомъ случаѣ мы по способу Штуцера не могли бы констатировать убыли азота въ формѣ бѣлковъ, по этому при новыхъ объектахъ полезно параллельно производить опре-

дѣленія бѣлковыхъ веществъ по нѣсколькимъ методамъ. Такого рода провѣрку я и предпринялъ по отношенію къ прорастающимъ луковицамъ Allium Cepa.

Около 100 возможно однородныхъ, довольно крупныхъ луковицъ, были помѣщены 5-го ноября, на дно кристаллизаціонныхъ чашекъ, такъ что нижняя часть луковицъ погружалась въ слой воды до $^1/_2$ cent. высоты. 11-го ноября тѣ изъ луковицъ, которыя развили корешки достаточной длины, были посажены на канву, натянутую надъ дистиллированной водой, всѣ же запоздавшія въ развитіи отброшены. При началѣ опыта (5-го ноября) сверхъ того 10 луковицъ были высушены и измельчены на мельницѣ; передъ сушкой луковицы разрѣзались на 4 части вдоль и помѣщались на бумагѣ въ сушильномъ шкафу, поверхностями срѣзовъ кверху. Также брались пробы (чаще всего по 8 луковицъ) черезъ каждые 10 дней, иногда съ небольшими отклоненіями (именно: 16 и 26 ноября, 7, 17 и 27 декабря). 16-го ноября отмѣчено, какъ начало образованія листовыхъ побѣговъ.

Первоначально сдѣланы были лишь обычныя опредѣленія (N общій, N бѣлковъ по Штуцеру, азотъ кислотныхъ амидовъ по Саксе); они дали совершенно тѣ же результаты, какъ и у Залѣсскаго, какъ это видно изъ слѣдующихъ цифръ.

	5 ноября (непроросш.).	16 ноября	26 ноября	7 декабря	17 декабря
Общій N	1,80 [1])	1,52	1,75	2,03	2,41
N бѣлковъ	0,60	0,55	0,73	2,01	1,57
Тоже въ % отъ всего N .	33,31%	36,18%	41,95%	49,75%	65,42%
N аспарагина	0,16	—	—	0,17	—
Тоже въ % отъ всего N .	8,88%	—	—	8,37%	—

Цифры указываютъ на значительное увеличеніе азота въ осадкѣ отъ $Cu(OH)_2$, при отсутствіи въ тоже время замѣтныхъ перемѣнъ въ количествѣ амидовъ (убыль, очевидно, приходится на группу амидокислотъ). Для провѣрки показаній способа Штуцера я примѣнилъ далѣе опредѣленіе бѣлковаго азота, пользуясь свинцовымъ уксусомъ, таннином и фосфорновольфрамовой кислотой, какъ осаждающими средствами; растворъ фосфорно-вольфр. кислоты прибавлялся при этомъ не къ горячей вытяжкѣ, а лишь послѣ ея охлажденія и тотчасъ послѣ этого жидкость отефильтровывалась; дѣлалось это во избѣжаніе отщепленія амміака отъ

[1]) Контрольное опредѣленіе по Jodlbauer'у дало 1,77%.

кислотныхъ амидовъ, такъ какъ этотъ амміакъ образовалъ бы съ фосфорновольфр. кислотой осадокъ и, благодаря этому, содержаніе бѣлковъ было бы показано преувеличеннымъ.

Результаты сравненія этихъ способовъ были таковы:

Осажд. вещество:	I.	IV стадія.
$Cu(OH)_2$.	0,60	1,01
Фосфорновольф. к.	0,51	0,98
Свинц. уксусъ	0,57	1,02
Таннинъ	0,54	0,98

Какъ видно изъ таблицы, анализы дали настолько близкія цифры, что мѣста для сомнѣній въ вѣрности показаній способа Штуцера и въ данномъ случаѣ совершенно не остается; дѣйствительно, при прорастаніи Allium Cepa анализъ показываетъ увеличеніе количества бѣлковъ, въ противность всѣмъ до сихъ поръ извѣстнымъ случаямъ. Въ чемъ кроется причина этой особенности? Для того, чтобы предположенія, ведущія къ объясненію этого обстоятельства, имѣли болѣе почвы, нужно ближе знать качественный и количественный составъ амидной смѣси, такъ сильно представленной въ луковицахъ Allium (лишь $^1/_3$ азота приходится на бѣлки, остальное—на другія азотистыя соединенія); ясно только одно, что не кислотные амиды (аспарагинъ и глютаминъ) играютъ здѣсь роль веществъ, превращающихся въ бѣлки.

Конечно, можетъ обращать на себя вниманіе и то, что углеводы въ луковицахъ находятся въ формѣ растворимой (глюкоза); но что этого одного обстоятельства недостаточно, слѣдуетъ изъ сопоставленія съ другими случаями, гдѣ обиліе глюкозы не мѣшаетъ сильному накопленію продуктовъ распаденія (ростки картофеля, наприм.).

Во всякомъ случаѣ наблюденіе Залѣсскаго надъ развитіемъ Allium Cepa представляетъ первый случай образованія бѣлка въ темнотѣ у высшихъ растеній, констатированный аналитическими пріемами должной точности.

Кромѣ перечисленныхъ выше работъ, прямо касающихся вопроса о регенераціи бѣлковъ въ темнотѣ, есть еще цѣлый рядъ работъ, имѣющихъ хотя и косвенную, но весьма существенную связь съ этимъ вопросомъ; я разумѣю работы по вопросу о синтезѣ бѣлковыхъ веществъ изъ амміака и нитратовъ въ темнотѣ. Если бы возможность такого синтеза была доказана, то, по принятымъ воззрѣніямъ, слѣдовало бы допустить уже на основаніи одного этого, что регенерація на счетъ продуктовъ распаденія тѣмъ болѣе возможна безъ участія свѣта, такъ какъ промежуточными продуктами въ синтезѣ бѣлковъ считаются тѣ же амидосоединенія, которыя являются и продуктами распада [1]).

[1]) Замѣтимъ, впрочемъ, что этотъ взглядъ на амидосоединенія еще не получилъ достаточнаго фактическаго обоснованія; есть даже факты какъ бы ему противорѣчащіе.

Не касаясь прежнихъ работъ сюда относящихся (какова, напримѣръ, извѣстная работа Шимпера) [1]), я остановлюсь лишь на попыткахъ послѣдняго времени доказать путемъ микрохимическимъ возможность синтеза бѣлковъ (или амидосоединеній, какъ промежуточной ступени) безъ участія свѣта.

Къ 1895 году относится работа Kinoshita объ образованіи аспарагина изъ нитратовъ и амміачныхъ солей явнобрачными [2]). Онъ выращивалъ этіолированные ростки ячменя въ пескѣ, причемъ одни растенія получали только дист. воду, другія же—растворъ хлористаго аммонія (1%), третьи—растворъ селитры. Авторъ говоритъ, что растенія, получившія амміачную соль, тѣмъ не менѣе не содержали амміака въ тканяхъ; какъ это было констатировано, не указано, не видно также, дѣлалась ли проба со свѣжими растеніями (слѣд. содержащими 90—95% воды, какъ это обычно при этіоляціи) или съ сухими матеріалами; попытки количественно опредѣлить амміакъ не сдѣлано, между тѣмъ какъ такое опредѣленіе при примѣненіи метода Bosshardt'a, при достаточной навѣскѣ (15 — 20 гр. сухого вещества) было бы гораздо болѣе доказательно, чѣмъ неопредѣленное указаніе на отсутствіе амміака въ тканяхъ. А установить этотъ пунктъ было бы въ данномъ случаѣ весьма важно, такъ какъ анализы авторъ дали повышенное показаніе для азота аспарагина въ случаѣ растеній, питавшихся растворомъ хлористаго аммонія; такъ какъ азотъ аспарагина опредѣляется именно по количеству отогнаннаго амміака, то естественно было устранить всякую возможность подозрѣвать здѣсь вліяніе хлористаго аммонія.

Вотъ результаты анализовъ Kinoshita:

	15 мая.	22 мая.	
	Дист. вода.	NH_4Cl	$NaNO_3$
N общій	3,512	4,436	4,925
N бѣлковъ	2,701	2,126	2,95
N аспарагина . . .	0,656	2,027 (?)	0,577

Авторъ считаетъ этотъ опытъ доказывающимъ, что въ темнотѣ амміакъ можетъ служить матеріаломъ для образованія аспарагина.

Аналитическаго приложенія не дано, такъ что судить о величинѣ навѣски и о точности анализовъ нельзя: если принять во вниманіе выше-

[1]) Болѣе подробныя указанія на литературу можно найти, напр., въ статьѣ Hebert'a (Annales agronomiques 1898, 416) въ работѣ Lantent'a и другихъ авторовъ, которыхъ мнѣ приходилось и придется еще цитировать здѣсь.

[2]) College of Agriculture, Tokyo. Bull. Vol. II, N 4, стр. 209.

[3]) Въ другомъ опытѣ съ маисомъ результаты анализовъ не гармонируютъ съ приведенными въ томъ отношеніи, что при нитратахъ получилось менѣе аспарагина, чѣмъ при питаніи только водой; разница въ пользу растеній, получавшихъ NH_4Cl тамъ менѣе велика (см. I, с. 202).

сказанное и общій характеръ работъ Kinoshita, то врядъ ли возможно приписывать этому опыту какое-либо значеніе при рѣшеніи вопроса объ образованіи аспарагина изъ амміачныхъ солей, тѣмъ болѣе, что при повтореніи опыта Kinoshita Laurent'омъ результаты получились иные [1]).

Въ опытахъ Лорана и самая постановка и пріемы изслѣдованія отличаются гораздо большей тщательностью по сравненію съ Kinoshita. Такъ, онъ культуры ячменя съ вышеозначенной цѣлью произвелъ не только въ пескѣ, но и въ водѣ, чтобы имѣть возможность лучше констатировать возможное развитіе микроорганизмовъ и мѣнять растворы по мѣрѣ надобности (этотъ источникъ погрѣшности Kinoshita въ своемъ опытѣ не принялъ во вниманіе); затѣмъ Лоранъ отмѣчаетъ трудность полнаго отдѣленія песка отъ корешковъ и нѣкоторые другіе источники возможныхъ неточностей, не упоминаемые Kinoshita.

Результаты анализовъ были таковы:

Водныя культуры.

	Азотъ органич. соединеній.	Азотъ амміака.
До опыта растенія содержали:	63,4 мгр.	3,2
Послѣ опыта черезъ 10 дней:		
1) въ растворѣ амміачн. соли:	65,0	13,0
2) въ растворѣ азотнокисл. соли:	58,9	9,7
3) въ дист. водѣ	59,9	7,5

Песчаныя культуры.

	Черезъ 10 дней прибыло:	
Въ растворѣ амміачн. соли . .	70,0	18,9
„ „ нитрата . . .	72,8	9,3
Въ дист. водѣ	69,0	11,3

Такимъ образомъ, опытъ этотъ показалъ, что большихъ разницъ въ содержаніи органическаго азота констатировать не удается (малыя разницы могутъ быть объяснимы не полнымъ исключеніемъ микроорганизмовъ), а растенія, получавшія растворъ амміачной соли, содержатъ больше амміака въ своихъ тканяхъ, нежели получавшія растворъ нитратовъ или воду.

Кромѣ описаннаго опыта работа Лорана содержитъ цѣлый рядъ другихъ, касающихся вопроса объ образованіи бѣлковъ.

Такъ, въ опытѣ II [2]) этіолированные ростки картофеля питались въ темнотѣ растворомъ сахарозы (4%) съ прибавкой амміачныхъ или азот-

[1]) Bulletin de l'Academie royale de Belgique. 1896 и Annales de la science agronomique, 1897, II (207).

[2]) Annales de la science agronomique. 1897, II, 183.

нокислыхъ солей, при ежедневной смѣнѣ растворовъ; анализъ (черезъ 8 дней) показалъ, что количество азота въ органическихъ соединеніяхъ не увеличилось:

	N амміака.	N нитратовъ.	N органич. соед.
Ростки до опыта	13,1 mgr.	10,3	251,4
Ростки остававшіеся 8 дней въ водѣ	10,1	—	251,8
Въ растворѣ амміачн. соли. .	36,2	8,5	253,6
Въ растворѣ азотнокисл. соли.	24,4 [1])	37,0	251,0

Въ параллельномъ опытѣ на свѣту (III) имѣло мѣсто значительное образованіе органическихъ азотистыхъ соединеній. Затѣмъ рядъ опытовъ посвященъ Лораномъ и его сотрудниками изученію сравнительной пригодности амміачныхъ солей и нитратовъ какъ источниковъ азота при синтезѣ бѣлковъ, при чемъ они пользовались растеніями пестролистными (foliis variegatis) въ параллельныхъ опытахъ, выбирая то листья возможно нормальной окраски, то листья съ наименьшимъ количествомъ хлорофиллъ содержащихъ участковъ. Оказалось, что въ то время, какъ зеленыя листья энергичнѣе образуютъ на свѣту бѣлокъ изъ нитратовъ, нежели изъ амміака, листья бѣлоцвѣтные ведутъ себя совершенно обратно; въ темнотѣ оба рода листьевъ бѣлка не накопляли.

Вотъ цифры одного изъ опытовъ, въ качествѣ примѣра:

	Листья бѣлоцвѣтные. Азотъ органич. соед.	Азотъ амміака.	Листья зеленые. N органич. соедин.	N амміака.
Послѣ пребыванія въ водѣ на свѣту .	209,5 mgr.	5,90	301,4	9,90
Въ растворѣ амміачн. соли	305,6	13,10	354,0	33,60
Въ растворѣ нитрата	257,5	9,10	544,0	34,05

Означенный опытъ произведенъ былъ съ листьями Acer negundo, такіе же результаты получились въ опытахъ съ Ulmus campestris и Aspidistra elatior такъ, что сомнѣваться въ вѣрности наблюденія трудно; но авторы не даютъ пока должнаго объясненія обнаруженнымъ различіямъ въ использованьи нитратовъ и амміака.

Придя къ выводу о необходимости участія свѣта въ синтезѣ бѣлковъ у высшихъ растеній, авторы ставятъ вопросъ о томъ, какая именно часть спектра имѣетъ здѣсь значеніе; для этого они пользовались методомъ цвѣтныхъ экрановъ, именно наполняли пространство между двойными стѣнками стеклянныхъ колоколовъ растворами двухромокислаго кали, мѣд-

[1]) Это повышенное показаніе для амміака при питаніи нитратами не совсѣмъ ожиданно (см. ниже о методахъ, примѣненныхъ авторами).

наго купороса и пр. Въ одномъ опытѣ (I) обнаружилось, что потребленіе нитратовъ идетъ наиболѣе энергично въ части спектра сильнѣе преломляемой; именно количество азотной кислоты въ листьяхъ свеклы мѣнялось такъ:

До опыта.	Послѣ опыта (6 дней на свѣту). Подъ водой.	Подъ растворомъ. $K_2Cr_2O_7$	Подъ растворомъ. $CuSO_4$.
5,6	1,4	4,0	1,4

Въ опытѣ IX, поставленномъ съ такой же цѣлью, опредѣлялось количество образовавшихся органическихъ азотистыхъ соединеній; опять взято было пестролистное растеніе (Acer negundo), при питаніи нитратами (для зеленыхъ листьевъ) и амміакомъ (для бѣлыхъ листьевъ) при разномъ освѣщеніи; вотъ вкратцѣ результаты:

	Свѣтъ (±).	Листья бѣлые.	Листья зеленые.
		Количество азота въ органич. соедин.	
Въ водномъ растворѣ . .	безъ свѣта.	129,40 mgr.	188,55 mgr.
Въ растворѣ амміачн.(resp. азотнокислой) соли. . .	безъ свѣта.	126,90 „	184,70 „
Тоже.	на свѣту. подъ растворомъ $K_2Cr_2O_7$ . . .	132,80 „	187,90 „
Тоже.	подъ растворомъ $CuSO_4$ . . .	—	231,90 „
Тоже.	подъ растворомъ сѣрнокислаго хинина . . .	131,00 „	185,60 „
Тоже.	подъ водой. . .	159,70 „	246,90 „

На основаніи этихъ опытовъ авторы приписываютъ существенную роль при синтезѣ бѣлковъ ультрафіолетовымъ лучамъ.

Въ виду того, что намъ ниже придется столкнуться съ работами иного характера, остановимся нѣсколько на методахъ, употребляемыхъ авторами, чтобы имѣть матеріалъ для сравнительной оцѣнки съ другими работами.

По словамъ авторовъ ихъ приборы и растворы, ими употреблявшіеся позволяли учесть 0,5 mgr. азота; общая ошибка при опредѣленіи не превышала 2—3 mgr. на 200—300 mgr. всего азота [1]); опредѣленія производились по возможности двойныя.

[1]) Въ статьѣ Laurent'a въ Annales de la science agronomique (1897), которой я пользовался, аналитическаго приложенія не дано; но изъ описанія опыта видно, что количество

Общее количество азота (минусъ азотъ нитратовъ) опредѣлялось по Кьельдалю, при чемъ прибавлялась окись ртути, чтобы помѣшать возстановленш нитратовъ. Какъ замечаетъ Годлевскш, можно еще усомниться въ томъ, достигалось ли этимъ npieMOMb

3) Уменьшеніе количества нитратовъ неправильно толкуется, какъ доказательство синтеза бѣлковъ; ихъ количество могло уменьшаться вслѣдствіе того обстоятельства, что растенія, насыщенныя нитратами, помѣщались затѣмъ въ растворъ сахара, ежедневно обновляемый и свободный отъ нитратовъ; естественно предположить, что часть нитратовъ переходила въ среду, окружающую корни, если нитраты не потреблялись растеніемъ.

4) Чтобы предохранить культуры отъ развитія микроорганизмовъ авторъ ежедневно мѣнялъ растворъ сахара (10%), окружавши корни: он эта мѣра недостаточна, такъ какъ колоніи микроорганизмовъ поселяются на поверхности самыхъ корней (легко наклонныхъ заболѣвать въ 10% растворѣ сахара) и вмѣстѣ съ ними переносятся въ новую жидкость; а разъ микроорганизмы не были исключены, то малый приростъ бѣлковъ (если бы даже онъ былъ дѣйствительно констатированъ) можетъ быть обязанъ ихъ жизнедѣятельности).

Вотъ въ окончательной формѣ результаты опыта, к-ый Suzuki считаетъ, очевидно, наиболѣе убѣдительнымъ (Bulletin, l. c., 490).

	Ростки ячменя до опыта (получавшіе нитраты).		Ростки послѣ опыта (питанія 10% растворомъ сахара).	
	Въ % отн. сух. вещ.	Въ % отн. всего N.	Въ % отн. сух. вещ.	Въ % отн. всего N.
Продолжительность . . .	15		19	20 дней
Вѣсъ 1-го сухого растенія при уборкѣ	29,68 mgr	26,34 mgr	26,82 mgr	22,99 mgr
Число растеній	28	45	40	40
Въ нихъ азота	34,27 mgr	57,10 mgr	50,48 mgr	24,72 mgr
Въ зернахъ было азота . . .	22,23	32,24	28,88	26,66
Приростъ азота (mgr.) . .	+12,05	+24,86	+21,60	—1,92
Этотъ приростъ отчасти зависитъ отъ наличности нитратовъ, а именно . . .	8,98	17,36	15,12	—
Разность представляетъ приростъ азота въ органич. соед. и амміакѣ . . .	+3,06 mgr	+7,50 mgr	+6,46 mgr	(—1,92)

учесть количество азота въ разныхъ группахъ соединеній и судить такимъ образомъ о томъ, происходитъ ли синтезъ бѣлковъ или, по крайней мѣрѣ, амидосоединеній въ темнотѣ.

Вотъ цифровые результаты опытовъ:

№№ опытовъ:	Растенія, развивавшіяся въ темнотѣ: съ нитратами IV	V	VI	безъ нитратовъ VII
Продолжительность . . .	15	19	19	20 дней
Вѣсъ 1-го сухого растенія при уборкѣ	29,68 mgr	26,34 mgr	26,82 mgr	22,99 mgr
Число растеній	28	45	40	40
Въ нихъ азота	34,27 mgr	57,10 mgr	50,48 mgr	24,72 mgr
Въ зернахъ было азота . . .	22,23	32,24	28,88	26,66
Приростъ азота (mgr.) . .	+12,05	+24,86	+21,60	—1,92
Этотъ приростъ отчасти зависитъ отъ наличности нитратовъ, а именно . . .	8,98	17,36	15,12	—
Разность представляетъ приростъ азота въ органич. соед. и амміакѣ . . .	+3,06 mgr	+7,50 mgr	+6,46 mgr	(—1,92)

Выводъ автора тотъ, что въ темнотѣ изъ нитратовъ образуются амидосоединенія, но до конечной стадіи—образованія бѣлковъ—синтезъ не доходитъ [1]).

Обратимся къ разсмотрѣнію методовъ, употребленныхъ авторомъ.

Высушенныя и измельченныя растенія извлекались 200 куб. с. во-

1) Вотъ относительныя количества азота бѣлковъ для тѣхъ же растеній (въ % отъ всего N сѣмянъ):

IV	V	VI	VII
76,07%	70,75%	71,96%	61,67%

Хотя вездѣ, гдѣ были нитраты, оказывается нѣкоторый плюсъ бѣлкового азота, Годлевскій не рѣшается утверждать, что происходилъ синтезъ бѣлка; такая осторожность вполнѣ понятна, но не слѣдовало ли распространить ее и на выводъ относительно синтеза амидосоединеній?

2) Нужно предполагать, что авторъ примѣнилъ какія-нибудь мѣры противъ развитія бактерій; въ текстѣ французскаго перевода, которымъ я пользовался, нѣтъ никакого указанія относительно этого обстоятельства.

с) опредѣленіе всего азота въ нерастворимомъ остаткѣ + остальные 25 к. с. жидкости.

Авторъ замѣчаетъ, что онъ особыми опытами убѣдился въ точности примѣненныхъ методъ.

Съ полученными цифрами далѣе производились такія вычисленія:

$$4\,a = N \text{ нитратовъ.}$$

$$\frac{200}{75}c = N \text{ растворимыхъ бѣлковъ.}$$

$$4(a-b) - \frac{200}{75}c = \frac{200}{75}d - 4b = N \text{ амидосоедин. и амміака.}$$

$$c - \frac{a}{2} = N \text{ твердаго остатка} = \text{нерастворимыхъ бѣлковъ.}$$

Не возражая ничего по существу противъ методовъ, попробуемъ выяснить, съ какими величинами имѣлъ дѣло авторъ при своихъ анализахъ и вычисленіяхъ, надъ ними произведенныхъ.

Пользуясь ранѣе приведенными показаніями относительно числа собранныхъ растеній и вѣса ихъ, мы должны придти къ заключенію, что авторъ имѣлъ въ данномъ смыслѣ въ распоряженіи *отъ 0,84 до 1,18 грамма вещества для всѣхъ анализовъ!* А этого количества достаточно въ сущности только для одного опредѣленія, особенно если не отступать отъ основного правила—дѣлать всегда двойные анализы.

Далѣе мы можемъ вывести, что при опредѣленіяхъ общаго азота въ экстрактѣ (50 к. с.) авторъ имѣлъ дѣло съ величинами въ 7—8 mgr.; при опредѣленіи нитратовъ 2—4 mgr.; при опредѣленіи азота растворимыхъ бѣлковъ—1,5—2 mgr. и т. д. Эти величины очень малы. Обычная погрѣшность при анализѣ составитъ (процентно) значительную долю при такихъ опредѣленіяхъ; кромѣ того, отмѣтимъ, что двойныхъ опредѣленій не дѣлалось.

Такимъ образомъ и эта работа не является доказательною; ее нужно повторить съ большимъ количествомъ матерьяла.

Еще двѣ работы въ этой области могутъ остановить наше вниманіе; это работа Залѣсскаго съ листьями подсолнуха и Mazé—съ этіолированными ростками Vicia Narbonnensis.

Залѣсскій [1]) пользовался для даннаго опыта такъ наз. методомъ половинокъ: извѣстной величины участки вырѣзались изъ однихъ половинокъ листьевъ и служили для анализа непосредственно; другія половины черешками погружались въ кноповскій растворъ солей или въ такой же растворъ съ прибавкой левулезы (4%) и анализировались по окончаніи опыта, длившагося отъ 6 до 40 часовъ (въ темнотѣ). Анализы автора показываютъ для нѣсколькихъ опытовъ приростъ

[1]) Berichte d. d. Bot. Gesellsch, 1897 (Bd. 15), 536.

бѣлковъ, доходящій въ лучшемъ случаѣ до 0,25%; въ другихъ случаяхъ замѣчалась убыль бѣлка (когда, по замѣчанію автора, для опыта брались молодые листья [1]).

Къ сожалѣнію, и въ этой работѣ не дано аналитическаго приложенія, и судить о точности анализовъ поэтому нѣтъ возможности; не видно даже, были ли опредѣленія двойными или одиночными. Во всякомъ случаѣ, для опредѣленія общаго количества азота въ органическихъ соединеніяхъ былъ примѣненъ недостаточно точный пріемъ: простое опредѣленіе азота по Кіельдалю, несмотря на присутствіе нитратовъ.

Опытъ Mazé [2]) состоитъ въ слѣдующемъ: этіолированные ростки Vicia narbonnensis погружались корнями въ растворъ минеральныхъ солей (въ томъ числѣ и нитратовъ) съ прибавленіемъ различныхъ количествъ глюкозы; взвѣшиванья растеній послѣ опыта дали слѣдующія показанія:

	Сухое вещ.	Вѣсъ зерна.	Усвоено.
Безъ глюкозы . . .	161,6 mgr.		— 41,2 mgr.
1% растворъ глюкозы	269,7 „		66,2 „
2% „ „	276,7 „	202,8 mgr.	73,9 „
4% „ „	838,2 „		635,4 „
6% „ „	710,0 „		507,2 „

Культуры, по словамъ автора, были стерильны; выводъ дѣлается слѣдующій:

«Ces chiffres montrent, que la plante peut emprunter son carbone organique au glucose et tirer de se composé l'energie nécessaire pour elaborer les matiéres albuminoides au depens de l'azote nitrique, à l'abri de la lumiére»

Но заключеніе автора объ образованіи бѣлковъ въ данномъ случаѣ не подвергнуто провѣркѣ путемъ анализа. Весь опытъ описанъ такъ кратко, что оцѣнить его по достоинству затруднительно.

Помимо вышеназванныхъ авторовъ встрѣчаются и въ другихъ работахъ, не посвященныхъ прямо интересующему насъ вопросу, утвержденія, что то или другое наблюденіе автора доказываетъ попутно возможность синтеза бѣлковыхъ веществъ въ темнотѣ; но чего-либо болѣе убѣдительнаго, нежели выше разобранныя работы, мнѣ неизвѣстно.

Итакъ, мы приходимъ къ выводу, что никѣмъ еще не дано строгаго доказательства возможности синтеза бѣлковъ въ темнотѣ изъ нитратовъ и амміака у высшихъ растеній.

[1]) Я беру цифры, показывающія содержаніе въ % отъ сухого вещества; авторъ дастъ сверхъ того еще пересчетъ на поверхность въ квадратный метръ, но, само собой разумѣется, что такой пересчетъ имѣлъ бы значеніе лишь тогда, когда извѣстно было бы соотношеніе между величиной поверхности листьевъ до опыта и послѣ него, но на это указанія нѣтъ; если же поверхность не измѣрялась, то этотъ пересчетъ ничего не прибавляетъ къ прямымъ показаніямъ анализа.

[2]) Comptes Rendus 1899, № 3, стр. 185.

Аналитическое приложеніе къ главѣ IV.

Опытъ съ Allium Cepa (1898).

Родъ опредѣленія.	Навѣска gr.	H_2SO_4, децинорм., куб. сант.	Соотвѣтствующее количество азота въ mgr.	N въ % отъ возд.-сух. вещества.	Среднее.
Луковицы не проросшія (5 ноября).					
Общее количество азота по Кіельдалю	a) 1,0249	13,0	18,20	1,77	1,80
	b) 0,5191	6,8	9,52	1,83	
Тоже по Jodlbauer'у . .	1,2110	15,3	21,42	1,77	
N бѣлковъ по Штуцеру.	a) 0,8293	3,7	5,18	0,62	0,60
	b) 1,6142	6,6	9,24	0,57	
При осажденіи свинц. уксусомъ	a) 1,3553	5,5	7,70	0,57	0,57
	b) 1,4696	6,1	8,54	0,58	
Съ фосфорновольфамовой к.	a) 1,5000	5,6	7,84	0,52	0,51
	b) 1,9287	6,7	9,38	0,49	
Съ таннином.	a) 1,3767	5,3	7,42	0,54	0,54
	b) 1,1475	4,4	6,16	0,54	
N аспарагина	a) 10 gr.	5,9	8,26	0,165	0,16
	b) 10 „	5,5	7,70	0,154	
16 ноября.					
Общее количество азота.	a) 0,7135	7,9	11,06	1,55	1,52
	b) 1,1925	12,8	17,92	1,50	
N бѣлковъ	a) 1,5050	6,0	8,40	0,55	0,55
	b) 1,2693	4,95	6,93	0,55	
26 ноября.					
Общее количество азота.	a) 1,5193	18,9	26,46	1,74	1,75
	b) 1,0743	13,4	18,76	1,75	
	c) 1,5840	50,0	28,00	1,77	
N бѣлковъ	a) 1,0082	5,4	7,56	0,75	0,73
	b) 1,9617	10,0	14,00	0,71	
Луковицы 7 декабря (надземныя части достигли 6 вершковъ длины).					
Общее количество азота.	0,9054	13,0	18,20	2,01	2,03
	0,6296	9,3	13,02	2,06	
N бѣлковъ по Штуцеру.	1,6531	11,7	16,38	0,99	1,01
	0,8934	6,6	9,24	1,01	
При осажденіи свинцов. уксусомъ	1,5385	11,2	15,68	1,02	1,02
	1,5735	11,5	16,10	1,02	
Съ фосфорновольф. к. .	1,3016	9,4	13,16	1,01	0,98
	1,3202	9,1	12,74	0,96	
Съ таннином.	1,5764	10,8	15,12	0,96	0,98
	1,6910	12,2	17,08	1,01	
N аспарагина.	10 gr.	6,0	8,40	0,168	0,17
	10 „	5,9	8,26	0,165	
17 декабря.					
Общее количество азота.	0,6832	11,8	16,52	2,42	2,41
	0,6098	10,5	14,70	2,41	
N бѣлковъ	1,6773	18,7	26,18	1,56	1,57
	1,1917	13,4	18,76	1,58	
27 декабря.					
Общее количество азота.	0,7060	12,3	17,22	2,44	2,46
	0,7824	13,9	19,46	2,48	
N бѣлковъ	1,3447	12,9	18,06	1,34	1,33
	1,3657	12,9	18,04	1,32	
7 января 1899 года.					
Общее количество азота.	0,8050	14,2	19,88	2,47	2,47
	0,8817	15,6	21,84	2,48	
N бѣлковъ	0,8275	7,6	10,64	1,28	1,27
	1,0008	9,0	12,60	1,26	
N аспарагина	5 gr.	10,7	14,98	0,60	0,61
	4,4790	10,0	14,00	0,63	

Общіе выводы:

I) Большая часть возраженій, направленныхъ Вейлемъ противъ работъ Риттгаузена, изслѣдованіями послѣдняго времени устраняется; работы Риттгаузена въ основныхъ чертахъ сохраняютъ свое значеніе и сейчасъ, его классификація можетъ быть еще удержана, если группу растительныхъ казеиновъ раздѣлить на двѣ группы: глобулиновъ и казеиновъ. Классификація будущаго должна быть основана на изученіи особенностей построенія молекулы отдѣльныхъ представителей бѣлковыхъ тѣлъ; для этого прежде всего необходимъ количественный учетъ продуктовъ гидролиза.

II) Распаденіе бѣлковыхъ веществъ подчиняется законности аналогичной ранѣе установленной для процесса дыханія и выражаемой «большой кривой»; maximum распаденія наступаетъ нѣсколько ранѣе maximum'а выдѣленія углекислоты, но не исключается возможность болѣе близкаго совпаденія maximum'овъ распаденія бѣлковъ и поглощенія кислорода.

III) Накопленіе аспарагина выражается кривой въ общемъ подобной кривой распаденія: но во второй половинѣ періода прорастанія энергія образованія аспарагина превышаетъ энергію распаденія бѣлковъ (если измѣрять оба процесса количествами азота, переходящими изъ одной формы въ другую); отсюда слѣдуетъ, что въ аспарагинъ превращаются и другія (небѣлковыя) азотистыя соединенія, но всѣ видимости амидокислоты, являющіяся первичными продуктами распаденія бѣлка; ихъ количество часто весьма значительно, у многихъ растеній оно превосходитъ количество аспарагина.

IV) Повышеніе температуры оказываетъ на процессъ распаденія бѣлковъ вліяніе, аналогичное вліянію температуры на дыханіе, но не сходное съ вліяніемъ на процессъ роста.

V) Растенія, прорастающія на свѣту, сначала разрушаютъ бѣлки столь же энергично, какъ и прорастающія въ темнотѣ; лишь позднѣе, когда разовьется листовая поверхность, начинается обратный процессъ

образованія бѣлковъ. Этотъ процессъ идетъ или одновременно какъ на счетъ аспарагина, такъ и другихъ амидосоединеній или потребленіе аспарагина остаетъ отъ потребленія другихъ амидосоединеній; обратные случаи пока неизвѣстны. Мѣстомъ наиболѣе энергичной регенераціи нужно считать листья.

VI) Наблюденія Залѣсскаго надъ прорастаніемъ луковицъ Allium Cepa дали впервые доказательство возможности регенераціи бѣлка безъ участія свѣта; но ни наблюденія того же автора, ни многихъ другихъ не доказали пока еще съ должною достовѣрностью возможности синтеза бѣлковъ въ темнотѣ изъ нитратовъ и амміака у высшихъ растеній.

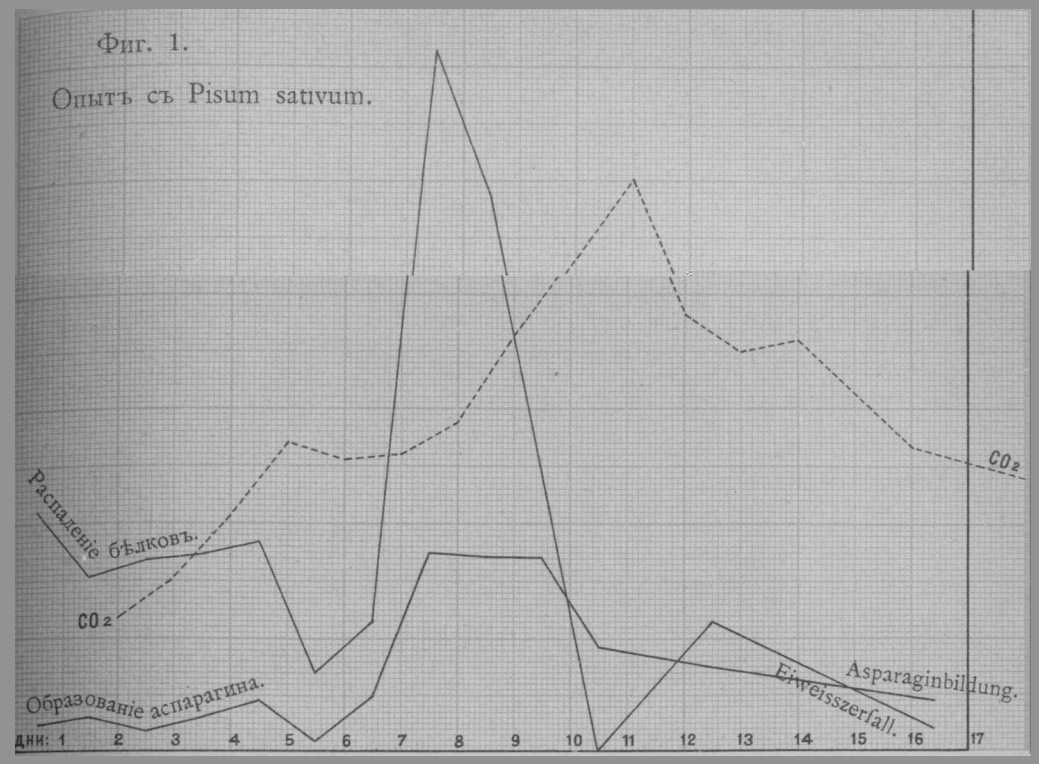
Петровское-Разумовское.
Августъ 1899.

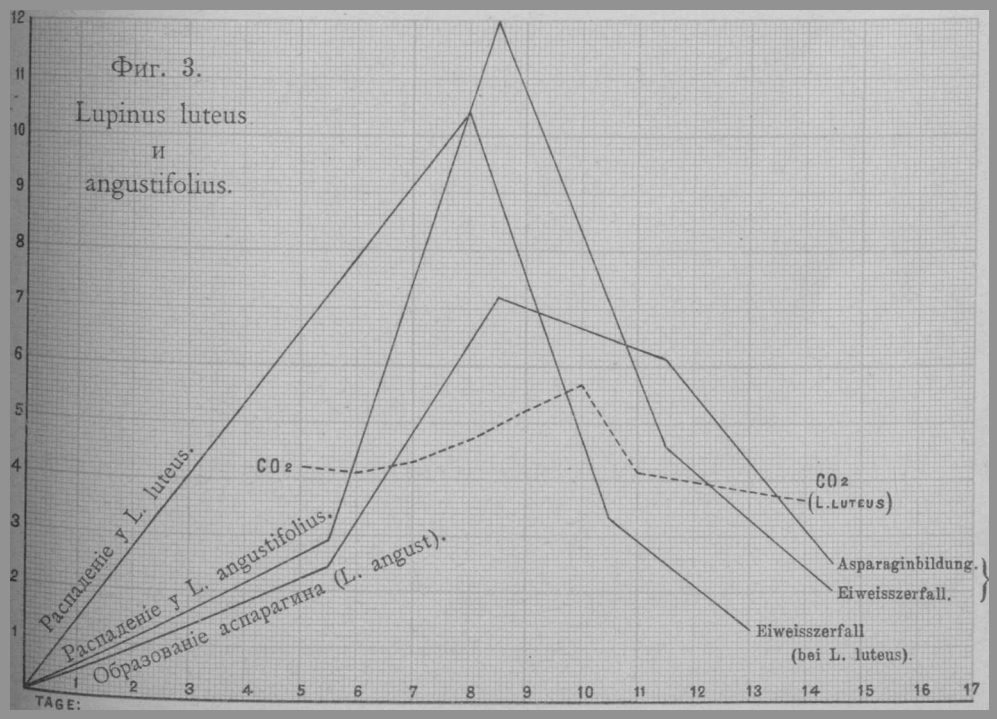
Zusammenfassung der Resultate.

I. Ein grosser Theil der Erwiderungen, welche Weil gegen die Arbeiten von Ritthausen gerichtet hat, werden durch die Forschungen der letzten Zeit widerlegt. Die Arbeiten von Ritthausen behalten im Allgemeinen ihre Bedeutung bis auf den heutigen Tag, seine Classification kann noch beibehalten werden, wenn man die Gruppe vegetabilischer Kaseïne in zwei Gruppen theilt, und zwar in Globuline und Kaseïne. Die Classification der Zukunft muss auf dem Studium der Eigenthümlichkeiten der Construction des Moleculs einzelner Repräsentanten der Eiweisskörper gegründet sein; hierfür ist vor allen Dingen eine quantitive Bestimmung der Producte der Heydrolyse erforderlich.

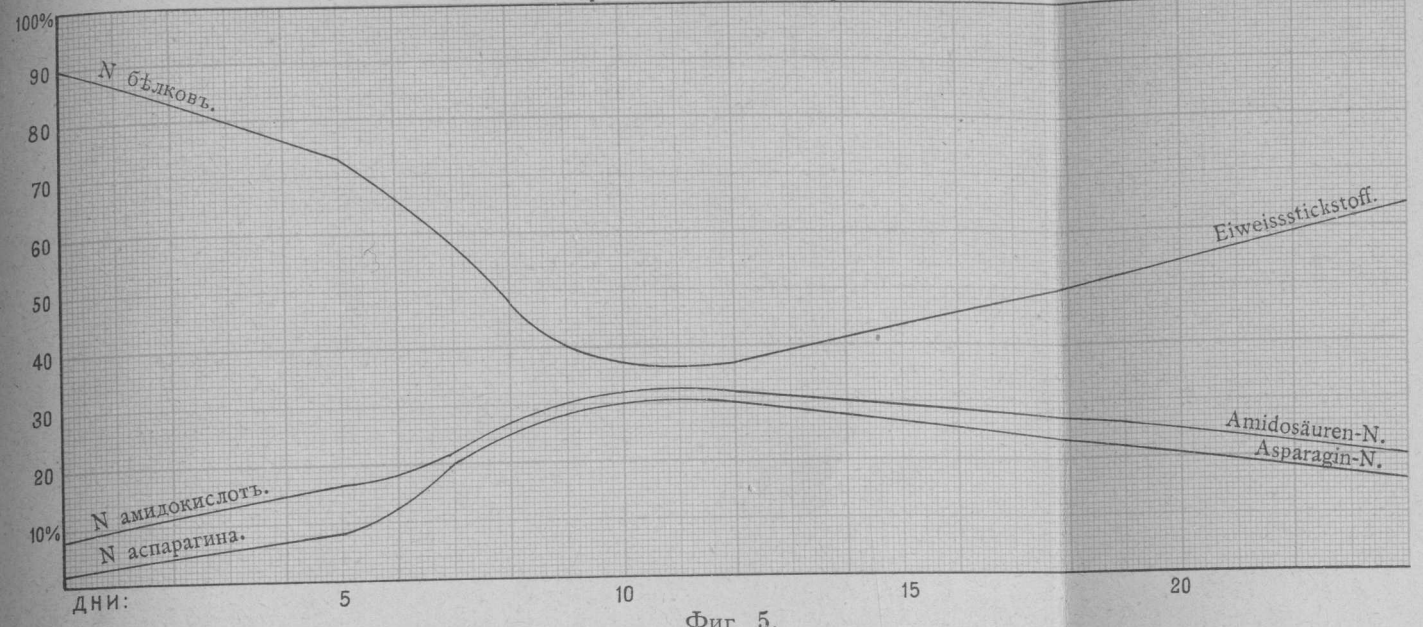
II. Das Zerfallen der Eiweissstoffe unterliegt einer Gesetzmässigkeit, analog derjenigen, welche für den Athmungsprocess festgestellt ist und durch die «grosse Curve» ausgedrückt wird; das Maximum des Zerfalls tritt etwas vor dem Maximum der Kohlensäureausscheidung ein, schliesst aber nicht die Möglichkeit eines engeren Anschlusses der Maxima des Eiweisszerfalls und der Sauerstoffabsorption aus.

III. Die Anhäufung von Asparagin wird durch eine Curve ausgedrückt, die im allgemeinen der Curve des Zerfalls ähnlich ist, jedoch in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode übersteigt die Energie des Zerfallens der Eiweisskörper (wenn als Maass beider Processe die Stickstoffmengen dienen, die aus der einen Form in die andere übergehen); hieraus folgt, dass auch andere Stickstoffverbindungen (nicht eiweissartige), wahrscheinlich Amidosäuren, welche als Primärproducte des Eiweisszerfalls auftreten, sich in Asparagin verwandeln (S. Taf. XIV, Fig. 1 u. 3, Taf. XV, Fig. 2).


Фиг. 1.
Опытъ съ Pisum sativum.
Распаленіе бѣлковъ.
CO2
Образованіе аспарагина.
Asparaginbildung.
Eiweisszerfall.
CO2
дни: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

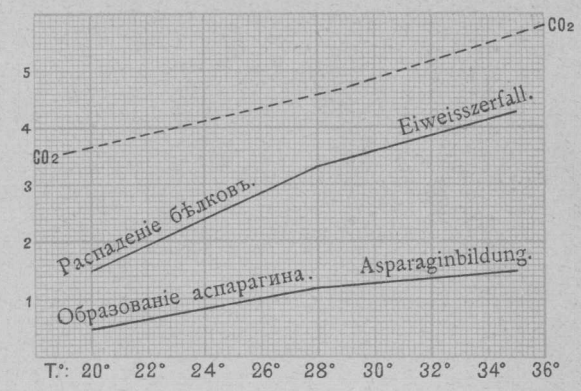

Фиг. 3.
Lupinus luteus
и
angustifolius.
Распаленіе у L. luteus.
Распаленіе у L. angustifolius.
Образованіе аспарагина (L. angust).
CO2
CO2
(L. luteus)
Asparaginbildung.
Eiweisszerfall.
Eiweisszerfall
(bei L. luteus).
TAGE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

Регенерація на свѣту (Lupinus luteus).

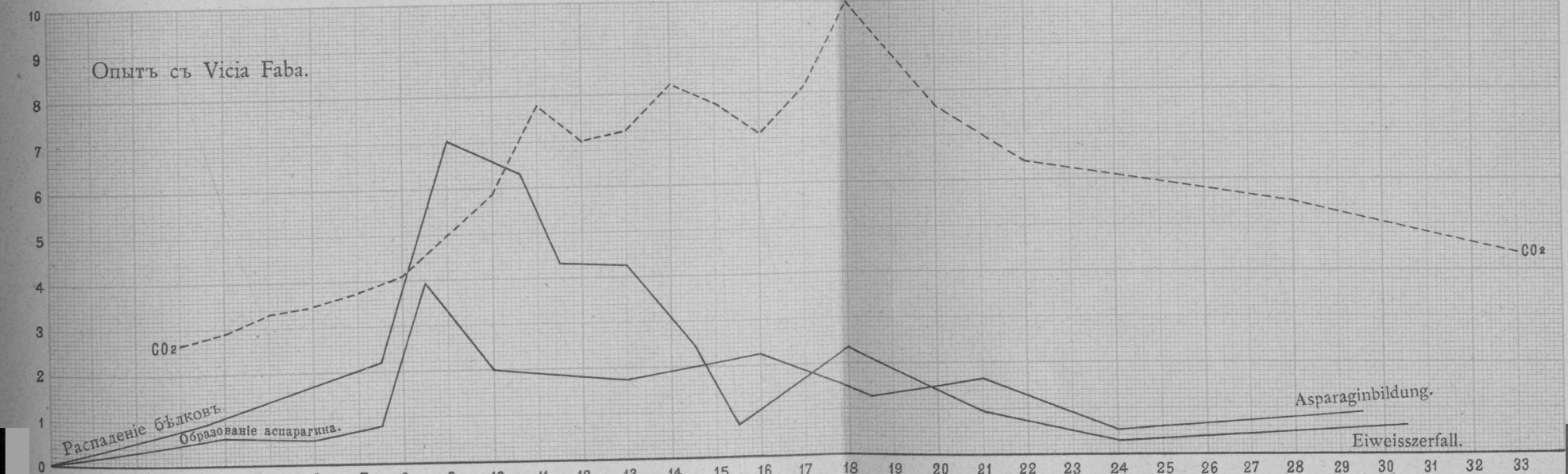


Фиг. 5.

Вліяніе температуры на распаденіе бѣлковъ (опытъ α).



Фиг. 4.



Фиг. 2.