

Д. Прянишниковъ.

547

П 859 о.р

№ 6891

ФОНД РЕДАКЦИИ

О РАСПАДЕНИИ
БѢЛКОВЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ

ПРИ ПРОРАСТАНИИ.



МОСКВА.



Типо-литографія Высочайше утвержденного Т-ва И. Н. Кушнеревъ и Ко,
Пименовская улица, соб. домъ.



1895.

Д. Прянишниковъ.

Каблюкову
отъ автора
23 окт. 1895

Handwritten signature

О РАСПАДЕНИИ

БѢЛКОВЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ

ПРИ ПРОРАСТАНИИ.

Белорусского
Библиотека
Отд. 547
Шифр П.8590р
Инд. № 6891
Института



МОСКВА.
Типо-литографія Высочайше утвержденнаго Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К^о,
Пименовская улица, соб. домъ.
1895.



Handwritten mark

О распаденіи бѣлковыхъ веществъ при прорастаніи.

Введеніе.

Процессъ прорастанія не разъ уже подвергался тщательному изученію и при томъ съ различныхъ сторонъ; но къ нему часто возвращается (а конечно и впредь будетъ возвращаться) вниманіе изслѣдователей, благодаря какъ своеобразности самого процесса, такъ и тому обстоятельству, что химія въ ея примѣненіи къ подобнымъ объектамъ какъ растительный организмъ (фитофизиологическая химія) далека еще отъ своего послѣдняго слова, и, по мѣрѣ того, какъ совершенствуются ея методы, является естественное стремленіе отъ времени до времени еще разъ ближе присмотрѣться къ интересующему насъ процессу.

Неоднократно жизнь прорастающаго въ темнотѣ сѣмени уподоблялась жизни животнаго; съ особой опредѣленностью было это высказано Буссенго. Ему и Дюма принадлежатъ слѣдующія характерныя строки, написанныя въ 1841 году: „...qu'a certaines époques, dans certains organes la plante se fait animal; qu'elle devient, comme l'animal, appareil de combustion, qu'elle brûle du carbone et de l'hydrogène, qu'elle produit de la chaleur; que le sucre ou l'amidon converti en sucre sont les matières premières au moyen desquelles se developpe cette chaleur“.*)

Это сходство признается теперь всѣми, поскольку дѣло идетъ о веществахъ безазотистыхъ. Но Буссенго проводилъ аналогію и дальше; онъ утверждалъ, что и въ отношеніи къ бѣлковымъ веществамъ и продуктамъ ихъ распаденія этиолированное растеніе ведетъ себя также подобно животному организму. Вотъ его слова въ переводѣ: „Животное, хотя бы простѣйшей организациі, не ограничивается при дыханіи выдѣленіемъ тепла, воды, углекислоты; часть бѣлка, который имъ потребляется, превращается, благодаря окислительному дѣйствию процесса дыханія, въ кристаллическое азотистое соединеніе, мочевины, которое и находятъ въ выдѣленіяхъ. При дыханіи растенія, живущаго въ темнотѣ, подобное измѣненіе бѣлка не можетъ быть въ той же мѣрѣ

*) Cit. no Agronomie, Chimie agricole et Physiologie, IV, 264.

нагляднымъ, такъ какъ растенія лишены выдѣлительныхъ органовъ; но въ сокахъ, наполняющихъ клѣточки, находятъ другое кристаллическое начало, аспарагинъ, который есть также амидъ, какъ и мочевины, и который также превращается легко въ аспарагиновокислый аммиакъ, какъ мочевины—въ углекислый аммиакъ“.....„Растеніе, попавшее въ темноту, накапливаетъ аспарагинъ, потому что онъ не можетъ быть превращенъ дѣйствіемъ свѣта...“; оно „образуетъ это вещество даже на свѣту, въ первыя фазы жизни, поскольку сгораніе углерода превышаетъ возстановленіе углекислоты“. Лишь впоследствии, когда разовьется достаточно листьевъ и начнетъ преобладать возстановленіе надъ окисленіемъ, аспарагинъ исчезаетъ*).

Этотъ взглядъ Буссенго,—по которому аспарагинъ для этиолированнаго растенія является отбросомъ подобнымъ мочевины и перерабатывается не иначе, какъ подъ вліяніемъ свѣта—не можетъ быть названъ общепризнаннымъ. Наоборотъ, распространеніе получилъ прямо противоположный ему взглядъ Пфеффера, высказанный позднѣе, въ 70-хъ годахъ.

По Пфефферу, аспарагину принадлежитъ весьма важная роль уже въ этиолированномъ растеніи, именно онъ, какъ кристаллоидъ, легко проходящій черезъ перепонки, является подвижною формою для азотистыхъ веществъ сѣмени, которыя иначе не могли бы съ должною быстротою передвигаться къ растущимъ частямъ; образуясь въ сѣмянодоляхъ, онъ передвигается въ ростокъ и тамъ съ притекающей глюкозой образуетъ, по Пфефферу, бѣлокъ, независимо отъ дѣйствія свѣта. „Was der Zucker für die Zellhäute, das ist das Asparagin für die eiweissartigen Inhaltsstoffe der Zellen“, пишетъ Пфефферъ на стр. 551 своей обширной статьи „объ алеуроновыхъ зернахъ и о значеніи аспарагина при прорастаніи“**).

Къ этому выводу Пфефферъ пришелъ главнымъ образомъ на основаніи микроскопическихъ наблюденій надъ распредѣленіемъ аспарагина въ росткахъ люпиновъ, которыя показали, что аспарагина мало въ сѣмянодоляхъ (особенно въ первыхъ стадіяхъ) и много въ растущихъ частяхъ—корнѣ и стеблѣ, въ особенности вблизи конуса нарастанія; въ сосудахъ онъ отсутствуетъ; вообще же, по Пфефферу, распредѣленіе аспарагина по частямъ растенія совпадаетъ съ распредѣленіемъ глюкозы. (Замѣтимъ, что на нашъ взглядъ, основываясь на томъ же самомъ распредѣленіи аспарагина въ росткахъ, можно защищать и противоположный Пфефферу взглядъ Буссенго).

Придавъ аспарагину такое специальное значеніе при прорастаніи мотыльковыхъ (550 I. с.), Пфефферъ ограничилъ его роль въ жизни растеній вообще; онъ полагалъ, что большое распространеніе аспарагину приписано было ошибочно, благодаря неточности наблюденій (см. на стр. 532 его отзывъ о работѣ Hartig'a).

*) Comptes rendus, 58, 921, 922; также Agronomie, IV.

**) Jahrbücher für wissenschaft. Botanik, VIII, 1872. Замѣтимъ, что такое же положеніе было ранѣе высказано Гартигомъ (Der Gleisskrystall ist daher gewissermassen der Zucker des Klebermehls).

Въ противоположность Буссенго, Пфефферъ приписалъ свѣту лишь посредственное дѣйствіе при регенераціи аспарагина въ бѣлокъ; такъ какъ аспарагинъ бѣднѣе бѣлка углеродомъ, то свѣтъ, вызывая ассимиляцію, обусловливаетъ накопленіе матерьяла для регенераціи, которая затѣмъ, по Пфефферу, можетъ происходить и въ темнотѣ.

Что свѣтъ самъ по себѣ не играетъ въ регенераціи никакой роли, Пфефферъ пытался доказать слѣдующимъ опытомъ. Онъ помѣстилъ одну часть ростковъ желтаго люпина въ атмосферу свободную отъ углекислоты, а другую оставилъ на открытомъ воздухѣ; тѣ и другія растенія пользовались свѣтомъ, но первыя не могли образовать углеводовъ. Оказалось, что къ тому времени, какъ растенія усвоившія потребили аспарагинъ, количество его въ неусвоившихъ не уменьшилось (насколько можно было судить по качественному, микроскопическому изслѣдованію). Нельзя не считать этотъ опытъ цѣннымъ, но только онъ даетъ отвѣтъ на другой вопросъ, нежели поставленный Пфефферомъ: именно, онъ показалъ, что *регенерация бѣлка изъ продуктовъ его распаденія безъ притока углеводовъ не происходитъ*, хотя бы и на свѣту. Но въ разбираемомъ опытѣ нѣтъ никакихъ данныхъ для сужденія о томъ, нуженъ ли свѣтъ непосредственно для регенераціи бѣлка изъ аспарагина и углеводовъ, такъ какъ скудный запасъ этихъ послѣднихъ конечно уже былъ потребленъ люпинами*).

Существенныя дополненія въ вопросѣ объ аспарагинѣ даны были работами Бородина**); онъ показалъ, что правы были Буссенго и Гартигъ, приписывая аспарагину общее распространеніе и существенное значеніе въ жизненныхъ процессахъ вообще, помимо прорастанія. Пользуясь извѣстнымъ, имъ предложеннымъ, методомъ, Бородинъ открылъ, что аспарагинъ нормально встрѣчается или появленіе его можно вызвать искусственно въ замѣтныхъ количествахъ у большинства растеній; поэтому онъ принимаетъ, что аспарагинъ постоянно образуется въ растеніи и постоянно регенерируется въ бѣлокъ, если есть на лицо углеводы; поэтому мы его при обычныхъ условіяхъ роста и не открываемъ; но если поставить растеніе въ такія условія, что оно не будетъ усваивать и истощить запасъ углеводовъ, то аспарагинъ накапливается въ большихъ количествахъ. Вмѣстѣ съ Пфефферомъ Бородинъ

*) Monatsberichte Berliner Academie, 1873, December, 780. См. также Annales des sciences naturelles, V serie, 19, 391, Botanische Zeitung 1874, № 14 и Landwirtschaftl. Jahrbücher 1876, 87 стр.

**) Botanische Zeitung 1878 г. 801. На стр. 803 Бородинъ замѣчаетъ: „съ удивительной легкостью Пфефферъ отвергаетъ данныя Гартига“; я бы то же самое сказалъ и объ его отношеніяхъ къ взглядамъ Буссенго; напримѣръ на стр. 533 своего трактата онъ пишетъ: „Wenn aber Boussingault das Asparagin als Nebenproduct des Stoffwechsels betrachtet und dem thierischen Harnstoff vergleicht, so sind hier seine Schlussfolgerungen unrichtig, denn aus dem von unserem Autor selbst gelieferten Nachweis, dass der absolute Stickstoffgehalt beim Keimen der Samen sich nicht verändert und der Kenntniss, dass Asparagin in den am Licht wachsenden Pflanzen verschwindet, folgt zunächst, dass es jedenfalls weiter in der Pflanze verwendet wird“. Здѣсь опущено изъ виду, что сравненіе Буссенго относится лишь къ растенію этиолированному, что у него ясно подчеркнута.

допускаетъ возможность регенераціи аспарагина въ бѣлокъ въ темнотѣ; хотя у него есть интересный опытъ съ вѣтвью сирени, который трудно съ этимъ согласить; именно, затѣненная, но не отдѣленная отъ дерева вѣтвь все таки дала аспарагинъ, хотя притокъ углеводовъ не былъ прерванъ (812. l. c).

Замѣтимъ, что хотя микроскопическій методъ открытія аспарагина и другихъ веществъ и былъ усовершенствованъ Бординымъ, всетаки къ отрицательнымъ показаніямъ его приходится относиться съ осторожностью: дѣло въ томъ, что микроскопъ не открываетъ встрѣчающагося вмѣстѣ съ аспарагиномъ, а иногда и совершенно замѣщающаго его глутамина; слѣдовательно по тому, что мы выводимъ изъ нашихъ наблюденій относительно аспарагина, нельзя еще судить о распаденіи бѣлковъ. Поэтому-то и являются столь цѣнными работы E. Schulze, который примѣнилъ къ изученію процесса распаденія бѣлковъ при проростаніи методы качественного и количественнаго химическаго изслѣдованія; имъ и его учениками доставленъ былъ обильный фактический матеріалъ, характеризующій ходъ этого процесса у разныхъ растений. Такъ, для ростковъ люпина *) было найдено, что кромѣ преобладающаго въ нихъ аспарагина продуктами распаденія являются еще амидокислоты, частью жирнаго (амидовалерьяновая, въ небольшомъ количествѣ лейцинъ), частью ароматическаго (тирозинъ, фениламидопріоновая кислота) ряда; это тѣ самыя соединенія, которыя получаютъ искусственно при дѣйствіи на бѣлки кислотъ и щелочей. Затѣмъ Шульце показалъ, что кромѣ амидокислотъ, въ люпинахъ накапливается тѣло основнаго характера—*аргининъ*, при дѣйствіи барита разрушающійся съ образованіемъ мочевины; въ послѣднее время Drechsel и Siegfried обнаружили, что при дѣйствіи на бѣлки (животные и растительные) кислотъ также получаютъ тѣла основнаго характера (лизинъ, лизатининъ), также распадающіяся съ образованіемъ мочевины при дѣйствіи слабыхъ щелочей **). Этимъ установлена еще болѣе полная аналогія съ качественной стороны между двумя процессами—распаденіемъ бѣлковъ въ растеніи и искусственнымъ. Но количественныя соотношенія между продуктами распаденія для того и для другого случая совершенно различны ***).

Сопровождающія аспарагинъ амидокислоты и основанія у разныхъ растеній выступаютъ въ различномъ соотношеніи; такъ, въ викахъ, какъ пока-

*) См. Landwirtsch. Jahrbücher 1876, 1878. Berichte d. d. chem. ges. 1879, 1924, 1881, 1785. Journal für practische Chemie N. F. XXVII, 337. Zeitschrift f. physiol. Chemie XI, 43.

***) Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiol. Abth. 1891.

***) Отмѣтимъ еще два случая, когда бѣлки распаляются съ образованіемъ обычныхъ амидныхъ производныхъ: а) при дѣйствіи трипсина на бѣлки получаютъ лейцинъ и тирозинъ, а также и тѣ тѣла основнаго характера, которыя Дрексель получилъ при дѣйствіи кислотъ и щелочей (см. Archiv. l. c.); б) подъ вліяніемъ бактерій также наблюдается образованіе амидосоединеній изъ бѣлковыхъ веществъ, такъ наприм. это имѣетъ мѣсто при процессѣ созрѣванія сыра. Ненцкій (Bied. Centralblatt 1890, 595) показалъ, что и анаэробы также даютъ амидокислоты при разрушеніи бѣлка (имъ были изучены кислоты ароматическаго ряда, накапливающіяся при этомъ).

заль Шульце *), послѣ аспарагина на первомъ мѣстѣ стоитъ лейцинъ, затѣмъ идутъ кислоты амидовалерьяновая и фениламидопріоновая, тирозина же имѣются лишь слѣды. Мѣсто аргинина здѣсь занимаетъ другое основаніе—гуанидинъ, сопровождаемый холиномъ и бетаиномъ.

Иногда и самый аспарагинъ можетъ быть замѣненъ близкимъ къ нему глутаминомъ (C₅ H₁₀ N₂ O₃), который при количественномъ опредѣленіи (по Саксе) ведетъ себя такъ же, какъ аспарагинъ—отщепляетъ одинъ атомъ азота въ видѣ амміака. Лясковскій и Сабанинъ, изучая проростаніе тыквенныхъ сѣмянъ, констатировали, что они содержатъ амидъ разрушаемый кипяченіемъ съ соляной кислотой, но что выдѣлить аспарагинъ въ кристаллахъ изъ ростковъ не удастся. Шульце показалъ **), что именно здѣсь аспарагинъ замѣненъ глутаминомъ; сопровождаютъ же глутаминъ (кромѣ малыхъ количествъ аспарагина) лейцинъ и тирозинъ, а изъ основаній—аргининъ, холинъ, вернинъ.

Далѣе обнаружилось, что процессы образованія и проростанія клубней и корней сопровождаются точно такимъ же распаденіемъ бѣлковыхъ веществъ, какъ и проростаніе сѣмянъ. Такъ, въ росткахъ картофеля находится аспарагинъ, лейцинъ и тирозинъ ***); въ свеклѣ мѣсто аспарагина занимаетъ въ значительной мѣрѣ глутаминъ ****).

Остановимся нѣсколько на теоретическихъ взглядахъ Шульце, на его отношеніи къ теоріи Пфеффера и Бородина.

На основаніи качественного сходства продуктовъ разрушенія бѣлка дѣйствіемъ щелочей и кислотъ съ продуктами распаденія его въ прорастающихъ сѣменахъ Шульце заключаетъ, что процессъ въ обоихъ случаяхъ происходитъ одинаково, а если мы при проростаніи находимъ вещества въ совершенно другихъ количествахъ, чѣмъ при искусственно вызванномъ распаденіи, то это, по его мнѣнію, нужно объяснить причинами вторичными, именно различной скоростью потребленія продуктовъ распаденія на построеніе новыхъ частицъ бѣлка *****).

Подтверженіе этой мысли Шульце находитъ въ томъ подмѣченномъ имъ фактѣ, что въ сѣменодоляхъ люпиновъ аспарагинъ находится въ совершенно иномъ отношеніи къ другимъ продуктамъ распаденія, нежели въ росткахъ; такъ, въ экстрактѣ по осажденію бѣлковъ приходилось на азотъ аспарагина въ % отъ общаго азота этого экстракта:

	Сѣменодоли.	Остальныя части растенія.
Опытъ А.	22,7%	80,1%
Опытъ В.	26,2%	78,1%

*) Zeitschrift für phys. Chemie, V. XVII.

***) Ber. d. d. chem. Ges. X, 199. Journ. f. pract. Chemie N. F. B. 32.

****) Landwirt. Versuchsstationen XXI, 63. XXVII, 357. Также Hungerbühler, Landwirt. Versuchsstat. XXXII, 381 и Селивановъ, тамъ же XXXIV, 414.

*****) Landwirt. Versuchsstat. XX, 193.

*****) Landw. Jahrbücher 1878, 432.

Мало того: концентрація раствора аспарагина была выше въ сокѣ ростковъ, чѣмъ въ сокѣ сѣменодолей.

Изъ этихъ фактовъ, а также и изъ того обстоятельства, что аспарагинъ въ люпинахъ накапливается съ первыхъ же дней, когда еще не исчезли углеводы, Шульце и заключилъ, что аспарагинъ труднѣе регенерируется въ бѣлокъ, нежели другіе продукты распада.

Но такъ какъ и этимъ нельзя было объяснить массовое накопленіе аспарагина при допущеніи, что онъ образуется лишь въ той пропорціи, какъ при дѣйствіи кислотъ и щелочей, то Шульце добавляетъ еще второе предположеніе, именно, что нѣкоторые изъ продуктовъ распада превращаются, распадаясь далѣе, въ аспарагинъ, или что въ растущихъ частяхъ распадѣніе и возстановленіе бѣлка идутъ повторно (въ этомъ Шульце находитъ поддержку въ возрѣвѣніяхъ Бородина) и каждый разъ при этомъ получается остатокъ аспарагина; остатки эти суммируясь и вызываютъ то массовое накопленіе даннаго вещества въ росткахъ, которое постоянно наблюдается.

Подтвержденіе этимъ предположеніямъ Шульце видитъ и въ томъ обстоятельстве, что съ возрастомъ аспарагинъ все болѣе и болѣе преобладаетъ между продуктами распада *).

Такимъ образомъ въ этихъ статьяхъ своихъ Шульце очевидно подвергаетъ сомнѣнію значенія аспарагина какъ транслокатора и регенератора бѣлка по преимуществу, приписанное ему Пфефферомъ; но отвергнуть возможность регенераціи бѣлка изъ аспарагина въ темнотѣ Шульце не рѣшается, такъ какъ это шло бы въ разрѣзъ съ господствующими среди физиологовъ взглядами. Поэтому онъ соглашается въ извѣстной мѣрѣ съ Бородинымъ въ объясненіи того явленія, что аспарагинъ накапливается рядомъ съ отложеніемъ крахмала и тростниковаго сахара (въ картофелѣ, свеклѣ): по Бородину только извѣстная форма углеводовъ, по всей вѣроятности именно глюкоза, можетъ участвовать въ регенераціи, а крахмалъ и тростниковый сахаръ остаются въ этомъ отношеніи безучастными, и только по этому толкованію, иногда можетъ не вызывать регенераціи, если она быстро потребляется для другихъ цѣлей.

Отмѣтимъ, что Селивановъ нашелъ въ картофельныхъ росткахъ до 8% глюкозы **), и рядомъ съ этимъ идетъ обильное накопленіе аспарагина; при такихъ условіяхъ намъ кажутся натяжкой попытки представить отсутствіе регенераціи аспарагина въ бѣлокъ въ видѣ исключенія, нежеланіе признать это отсутствіе (въ темнотѣ конечно) правиломъ. Если взять и тѣ случаи, когда мы имѣемъ дѣло съ отложеніемъ крахмала, то неужели растеніе, разрушая свой бѣлокъ и имѣя подъ рукой запасъ углеводовъ, не могло бы ихъ использовать потому только, что они находятся въ нерастворимой формѣ? Съ помощью ферментовъ оно обыкновенно легко это осущест-

*) Landw. Jahrb. 1878, 436.

**) Landw. Versuchsstationen. XXXIV, 414.

вляеть; препятствіе должно быть въ чемъ-нибудь иномъ, болѣе существенномъ.

Отрѣшиться отъ представленія о возможности регенераціи бѣлка въ темнотѣ съ помощью углеводовъ помѣшало Шульце повидимому слѣдующее обстоятельство: изъ наблюденій Бородина и анализовъ Шульце дѣйствительно обнаружилось съ несомнѣнностью, что запасъ безазотистыхъ составныхъ частей въ сѣменахъ (или вѣтвяхъ) замедляетъ разрушеніе бѣлка; но отсюда далеко еще до регенераціи: въ животномъ тѣлѣ участіе жира и углеводовъ въ питаніи также уменьшаетъ трату бѣлка, но изъ этого еще не слѣдуетъ, что возможна регенерація мочевины въ бѣлокъ (см. объ этомъ ниже, въ главѣ III). Шульце и Бородинъ на основаніи этого факта выражаются иногда такъ, что углеводы облегчаютъ регенерацію бѣлка изъ аспарагина и другихъ амидосоединеній; это уже есть гипотеза, которую нужно отдѣлять отъ вышеупомянутаго факта.

Въ статьѣ 1885 года *) Шульце высказываетъ опять свои прежнія предположенія, смягчая ихъ по возможности и подыскивая такія объясненія, которыя могли бы „спасти“ гипотезу Пфеффера-Бородина; но это не во всемъ ему удается. Я не буду вдаваться въ изложеніе этихъ соображеній, но сдѣлаю замѣчаніе по поводу одной его мысли; именно на стр. 726 онъ говоритъ, что нѣтъ благоприятныхъ фактовъ для предположенія, что бѣлки распадаются на амидосоединенія и углеводы: образованіе углеводовъ не констатировано. Мнѣ кажется, что въ формѣ ли углевода или другой какой, но долженъ оставаться углеродъ, доступный окисленію при дыханіи или потребляемый на построеніе клѣточныхъ стѣнокъ; если бы этого не было, если бы ничего не потреблялось изъ продуктовъ распада (и гидратаціи), то возможна была бы регенерація бѣлка изъ однихъ лишь этихъ продуктовъ; а что этого не происходитъ, мы знаемъ изъ опыта Пфеффера, въ которомъ регенерація происходила лишь при ассимиляціи углерода, а безъ этого не имѣла мѣста.

Въ одной изъ слѣдующихъ статей своихъ **) стараюсь примирить предположеніе о тождественности процесса распада бѣлковъ въ растеніи съ тѣмъ, что наблюдали въ опытахъ искусственнаго разрушенія бѣлка Schützenberger, Hlasiwetz и Habermann и др., Шульце предлагаетъ еще два новыхъ построенія. По одному изъ нихъ (гипотеза В) нужно допустить, что лейцинъ, тирозинъ, фениламинопропионовая кислота являются главными первичными продуктами разрушенія бѣлковъ, но что далѣе онѣ распадаются, выдѣляя азотистые остатки, которые уже путемъ синтеза съ безазотистыми веществами (напр. яблочной, янтарной кислотами) даютъ аспарагинъ; предполагается, что для такого синтеза существуютъ при прорастаніи благоприятныя условія.

По гипотезѣ С все амидосоединенія въ этиолированномъ растеніи

*) Такъ же въ Landw. Jahrbücher.

**) Landw. Jahrb. 1888.

являются результатом синтеза первоначальных продуктов глубокого распада бѣлка; этой гипотезой устанавливается единство въ объясненіи происхожденія амидовъ въ этиолированныхъ росткахъ и нормально развивающихся растенійхъ.

Нужно замѣтить, впрочемъ, что этимъ построеніямъ и самъ авторъ ихъ не придаетъ особаго значенія.

Въ 1886 году появилась довольно интересная работа Оскара Мюллера *) по вопросу объ аспарагинѣ. Считая возраженія Шульце противъ взглядовъ Пфеффера-Бородина существенно измѣняющими положеніе дѣла, О. Мюллеръ предпринялъ нѣкоторые опыты для выясненія значенія углеводовъ и свѣта для регенерации бѣлка изъ аспарагина. Именно онъ у цѣлаго ряда растеній затѣнялъ части ихъ, не отдѣляя ихъ отъ материнскаго растенія, слѣдовательно не прерывая притока углеводовъ отъ усвояющихъ органовъ; тѣмъ не менѣе во всѣхъ такихъ опытахъ наблюдалось образованіе аспарагина въ затѣненныхъ частяхъ **).

Чтобы выяснитъ роль свѣта въ этомъ процессѣ, Оскаръ Мюллеръ повторилъ опытъ Пфеффера, сначала безъ измѣненія (при чемъ получилъ тѣ же результаты), а затѣмъ видоизмѣнилъ постановку опыта такимъ образомъ, что въ пространство, лишенное углекислоты, но освѣщенное, помѣщались не цѣлыя растенія, а вѣтви ихъ, оставшіяся въ сообщеніи съ материнскимъ растеніемъ. И при этихъ условіяхъ всѣ испытанныя 13 видовъ накопили аспарагинъ въ органахъ лишенныхъ возможности усвоить.

Такимъ образомъ ни готовые углеводы, ни свѣтъ самъ по себѣ не вызываютъ еще регенерации аспарагина; необходимо, чтобы происходило усвоение: *Der Assimilationsprocess als solcher, der status nascendi der Kohlehydrate führt die Verwendung des Asparagins zur Protoplasmabildung in der Pflanze herbei*“, заключаетъ Оскаръ Мюллеръ (347 стр.) Это является въ значительной мѣрѣ возвращеніемъ къ мнѣнію Буссенго, по которому аспарагинъ регенерируется, когда „la force reductrice vient à dominer la force éliminatrice“.

Идущее въ разрѣзъ съ общимъ мнѣніемъ возрѣвие это не встрѣтило сочувствія и на этотъ разъ, быть можетъ, еще и потому, что въ работѣ Оскара Мюллера рядомъ съ заслуживающими полнаго вниманія выводами встрѣчаются и утвержденія явно ошибочныя, такъ онъ сомнѣвается въ томъ, чтобы аспарагинъ былъ продуктомъ распада бѣлковъ (а не промежуточной ступенью въ синтезѣ ихъ), забывая, что еще Буссенго, культивируя растенія въ прокаленномъ пескѣ, наблюдалъ образованіе аспарагина въ такомъ количествѣ, что нельзя было объяснить его происхожденіе иначе, какъ распаденіемъ бѣлковъ сѣмени, что это затѣмъ яско обнаружилось изъ работъ Шульце и другихъ изслѣдователей; небѣлковаго азота въ сѣменахъ

*) Landw. Versuchsf. XXXIII.

**) Отдѣльный случай подобнаго накопленія аспарагина въ неотдѣленной вѣтви сирени мы уже отмѣтили у Бородина.

находится незначительное количество и его далеко не хватаетъ для покрытія громаднаго количества азота, идущаго на образованіе аспарагина.

Палладинъ во введеніи къ своей работѣ („Вліяніе кислорода на распадъ бѣлковыхъ веществъ въ растеніи“, 1889) скептически относится къ выводамъ Оскара Мюллера относительно условій регенерации бѣлковъ, но въ то же время высказываетъ и такое положеніе: „теорія Пфеффера, что въ видѣ аспарагина по растеніямъ движутся азотистыя органическія вещества, не имѣетъ за себя никакихъ данныхъ“ (стр. 93 l. c.). Авторъ держится своеобразныхъ взглядовъ на значеніе аспарагина; онъ считаетъ его за „побочный продуктъ при образованіи клѣточныхъ оболочекъ и вторичныхъ крахмальныхъ зеренъ“.

Правда, трудно отрицать, что есть какая-то связь между накопленіемъ аспарагина и отложеніемъ углеводовъ: при прорастаніи мы имѣемъ построеніе клѣточныхъ стѣнокъ, при ростѣ клубней и корней сверхъ того еще отложеніе крахмала, сахара.

Мы имѣемъ далѣе наблюденіе Бородина и Оскара Мюллера, что именно растущіе органы легко позволяютъ вызвать въ нихъ накопленіе аспарагина, а не старыя, сформировавшіеся. Но естьли эта связь накопленія аспарагина съ построеніемъ клѣточныхъ стѣнокъ прямая? Или эти два процесса идутъ рядомъ потому, что растущіе органы богаты дѣятельными бѣлками, энергично дышатъ разрушая бѣлокъ, и потому то въ нихъ и есть склонность къ накопленію аспарагина и продуктовъ распада вообще? На эти вопросы пока еще нельзя дать окончательнаго отвѣта.

Что касается самаго процесса образованія аспарагина, то Палладинъ считаетъ его за процессъ окисленія; къ схемѣ, которой онъ демонстрируетъ свои предположенія, мы вернемся ниже.

Чтобы характеризовать вкратцѣ современное состояніе вопроса объ аспарагинѣ, можно, мнѣ кажется, съ одной стороны отмѣтить, что нѣтъ ни одного случая; гдѣ была бы доказана предполагаемая Пфефферомъ регенерация аспарагина (въ темнотѣ *); съ другой стороны, мы имѣемъ факты, добытые Шульце, именно, что аспарагинъ встрѣчается совмѣстно съ обильными запасами углеводовъ (не только крахмала и сахара, но и глюкозы), имѣемъ количественныя данныя по распредѣленію аспарагина въ росткахъ люпина по органамъ и сообразно съ возрастомъ растенія, говорящія противъ теоріи Пфеффера и получающія удовлетворительное объясненіе при принятіи взгляда Буссенго; имѣемъ опыты Оскара Мюллера, говорящіе въ пользу того же взгляда.

Въ виду того, что работа Шульце была произведена надъ люпинами, сѣмена коихъ отличаются богатствомъ бѣлковыми веществами и бѣдностью углеводами, мнѣ казалось не безынтереснымъ прослѣдить съ количественной

*) Есть одна работа, которая казалось бы даетъ именно это доказательство; это работа Монтеверде; но она получаетъ совершенно иное толкованіе, нежели данное ей ея авторомъ, что, какъ я надѣюсь, доказано мною въ главѣ II.

стороны ходъ распада бѣлковъ въ сѣменахъ богатыхъ углеводами, чтобы видѣть какъ относятся эти двѣ категоріи веществъ другъ къ другу при проростаніи, какъ послѣдовательно накаплиются разныя группы амидосоединеній, какъ онѣ распредѣляются по растенію. Объектомъ для изученія взято было растеніе также изъ семейства мотыльковыхъ *Vicia sativa*, сѣмена котораго содержатъ около 40% углеводовъ; растеніе это удобно было для количественнаго изслѣдованія потому, что съ качественной стороны составъ сѣмянъ и этиолированныхъ ростковъ былъ тщательно изученъ Шульце; затѣмъ, для культуръ въ темнотѣ вѣки удобны тѣмъ, что способны долго выносить отсутствіе свѣта, не подвергаясь заболѣваніямъ (у меня растенія жили въ темнотѣ до 40 дней).

Результаты этихъ опытовъ изложены въ главѣ I-ой.

Во II-й главѣ излагается попытка провѣрить опытнымъ путемъ, происходитъ ли регенерация аспарагина въ бѣлокъ при искусственномъ притоцѣ углеводовъ безъ дѣйствія свѣта.

Глава III затрогиваетъ вопросъ о вліяніи солей извести на ходъ распада бѣлковъ при проростаніи.

Глава IV, наконецъ, заключаетъ въ себѣ соображенія и факты по вопросу о нахожденіи продуктовъ распада бѣлка въ нормальномъ взросломъ растеніи.

Большая часть этой работы сдѣлана была въ Цюрихѣ въ лабораторіи проф. Э. Шульце, въ 1893—4 году; закончена она была въ земледѣльческой лабораторіи Московскаго Сельскохозяйственнаго Института весной этого года.

Глава I.

О распаденіи бѣлковыхъ веществъ при проростаніи сѣмянъ *Vicia sativa*.

Матеріалъ для изслѣдованія полученъ былъ посредствомъ водныхъ культуръ; проросшія сѣмена помѣщались на сѣткѣ, натянутой надъ дистиллированной водой, такъ чтобы корешокъ опускался въ воду; сѣтка предварительно пропитывалась параффиномъ; сосудами служили низкіе, толстостѣнные цилиндры, изъ которыхъ каждый вмѣщалъ около 400 растеній. Температура комнаты, въ которой производился опытъ, держалась около 17°R. Въ теченіе 5 недѣль растенія оставались совершенно здоровыми; лишь къ 40 днямъ появлялись тѣ характерные признаки заболѣванія, которые описаны Вöhm'омъ и Liebenberg'омъ *).

Черезъ каждые десять дней вынимались растенія изъ трехъ сосудовъ (всѣхъ сосудовъ было 12), пересчитывались (при чемъ отбрасывались экземпляры значительно отставшіе въ развитіи отъ остальныхъ), высушивались при температурѣ около 60° въ просторномъ шкафу, взвѣшивались въ воздушно-сухомъ состояніи и тогда измельчались такъ, что масса проходила черезъ сито съ отверстіями въ 1/2 mm. діаметромъ. Такая степень измельченія позволяла избѣгать излишне сильнаго нагрѣванія при приготовленіи экстрактовъ, а стало быть и возможнаго распада нѣкоторыхъ составныхъ частей ростковъ.

Въ измельченной массѣ производилось опредѣленіе сухого вещества (сушка при 105°) и такимъ образомъ получились данныя для опредѣленія средняго вѣса растенія (или 1000 растеній) для каждой стадіи (ихъ было 4).

Эти данныя были необходимы для учета абсолютной прибыли или убыли каждаго вещества. Взвѣшиванья и опредѣленія сухого вещества дали слѣдующія числа для 1000 экземпляровъ:

Сѣмена	Р о с т к и.			
	10	20	30	40 дневные
56,2084	47,3188	43,1185	37,7934	37,4408 gr.

Если мы выразимъ потерю вѣса для каждой стадіи въ процентахъ отъ вѣса сѣмянъ, то получимъ такой рядъ:

10	20	30	40 дней
15,82%	23,29%	31,69%	33,39%

*) Sitzungsberichte d. Wiener Akademie LXXI (1 Abth.) и LXXXIV (1 Abth.).

Размѣры этой убыли въ вѣсѣ могутъ быть опредѣлены еще и другимъ путемъ, именно по увеличенію содержанія золы въ растеніяхъ, которое должно идти пропорціонально этой потерѣ, такъ какъ зольныхъ веществъ извнѣ растенія не получали.

Содержаніе золы въ сухомъ веществѣ измѣнялось слѣдующимъ образомъ по мѣрѣ развитія растеній:

Сѣмена	I	II	III	IV
3,27%	3,90%	4,36%	4,66%	5,00%

(См. аналитическое приложение №№ 109, 110, 111, 112, 113).

Отсюда высчитываются слѣдующія величины для потери вѣса въ процентахъ:

I	II	III	IV
16,15%	25,23%	30,03%	34,80%

Итакъ, получается нѣкоторая разница противъ чиселъ перваго ряда; быть можетъ она отчасти зависитъ оттого, что въ первомъ случаѣ взвѣшивались неизмельченные растенія, а влажность опредѣлялась послѣ измельченія; слѣдовательно допущено было, что гигроскопичность вещества отъ измельченія не измѣнилась или что по крайней мѣрѣ оно не успѣло за короткое время измельченія поглотить замѣтныя количества воды изъ воздуха. А на самомъ дѣлѣ это быть можетъ и имѣло мѣсто, хотя и въ слабой мѣрѣ. Во второмъ же способѣ можно подозрѣвать слѣдующую причину нѣкоторой неточности во время процесса проростанія происходитъ образованіе сѣрной (а быть можетъ и фосфорной) кислоты насчетъ сѣры (и фосфора) бѣлковыхъ веществъ*) слѣдовательно можно ожидать, что при озоленіи ростковъ нѣсколько болѣе сѣры (и фосфора?) останется въ золѣ, нежели при озоленіи сѣмянъ**).

Въ виду того, что трудно рѣшить, который способъ предпочтительнѣе и что оба ряда чиселъ все-таки довольно близки другъ къ другу, въ послѣдующемъ изложеніи величина потери вслѣдствіе дыханія будетъ измѣряться ариѳметическими средними изъ вышеприведенныхъ чиселъ, а именно:

0	15,98	24,26	30,86	34,09.
---	-------	-------	-------	--------

Числа эти говорятъ, что къ концу опыта (т. е. черезъ 40 дней) растенія потеряли нѣсколько болѣе $\frac{1}{3}$ своего вѣса, что энергія дыханія по-

*) См. работу Schulze, Landw. Versuchsstationen, XIX.

**) Съ другой стороны, можетъ явиться вопросъ, не извлекается ли часть зольныхъ веществъ изъ корней растеній окружающей ихъ водой. Выпаривая по окончаніи опыта эту воду и прокаливая остатокъ, я дѣйствительно получила слѣдующія величины:

20 дней	40 дней
0,0069	0,0167 гр. (для одного сосуда).

Но контрольный опытъ показалъ, что столько же растворяетъ дистиллированная вода одна безъ растеній при стояніи въ такомъ же стеклянномъ сосудѣ; именно черезъ 30 дней стоянія вода заключала 0,0165 гр. зольныхъ веществъ. Поэтому зола, находящаяся въ растворѣ не придавалась къ величинѣ, найденной при непосредственномъ опре- ѣленіи.

степенно ослабѣвала; это послѣднее лучше выражается слѣдующими цифрами убыли вѣса въ теченіе 10 дней каждаго періода въ отдѣльности:

I	II	III	IV
15,98	8,28	6,60	3,27

Это согласно съ наблюденіями Ад. Майера*) и другихъ физиологовъ, по которымъ максимумъ большой кривой дыханія приходится на нашъ первый періодъ, если проростаніе происходитъ при той сравнительно высокой температурѣ, какая здѣсь имѣла мѣсто.

Переходимъ къ опредѣленіямъ общаго количества азота въ сухомъ веществѣ растеній**).

Оказалось, что содержаніе азота возрастаетъ не въ той мѣрѣ, какъ это слѣдовало бы по расчету, т. е. не вполне пропорціонально убыли вещества; вотъ данныя анализа:

0	I	II	III	IV
5,07	5,91	6,29	6,88	7,47

(№№ анализовъ 1, 2, 3, 4 и 5).

Умножая эти величины на абсолютный вѣсъ растеній, найдемъ, что въ 100 экземплярахъ заключалось азота:

0	I	II	III	IV
2,8493	2,7853	2,6802	2,6772	2,7639 гр.

Изъ первоначальнаго количества азота было слѣдовательно утрачено въ процентахъ:

I	II	III	IV
2,4%	5,9%	6,0%	3,1%

689/.

Каковы причины этихъ потерь (поскольку онѣ превышаютъ границы погрѣшностей)? Можно указать двѣ изъ нихъ: 1) какъ извѣстно, легуминныя растворимы въ водѣ въ присутствіи фосфорнокислыхъ щелочей, а таковыя находятся въ виковыхъ сѣменахъ въ значительныхъ количествахъ***), слѣдовательно при предварительномъ намачиваньи сѣмянъ въ водѣ часть легумина могла перейти въ растворъ. Сдѣланный опытъ дѣйствительно показалъ, что черезъ 40 часовъ виковыя сѣмена отдали окружающей ихъ водѣ 0,22% азота (въ % отъ сухого вещества) или около 4,4% всего азота. Вышеприведенныя цифры указываютъ въ двухъ случаяхъ на потери въ нѣсколько большихъ размѣрахъ, хотя сѣмена намачивались всего лишь 24 часа;

*) Landw. Versuchsstation., XVIII.

**) Опредѣленія азота дѣлались по Кіельдалю, при чемъ для ускоренія сожиганія прибавлялось немного размельченной окиси мѣди; прибавка этого вещества правда ускоряетъ сожженіе не въ той мѣрѣ, какъ прибавка ртути, но за то въ этомъ случаѣ всегда видно, достаточно ли прилито щелочи при отгонкѣ и можетъ быть избѣгнуть слишкомъ большой избытокъ ея.

Щелочь приливалась постепенно, черезъ воронку съ краномъ, тогда уже, когда колба, служившая для отгонки, была соединена съ холодильникомъ. Для избѣжанія толчковъ при кипѣніи прибавлялось нѣсколько зеренъ цинка.

***) См. Ritthausen, „die Eiweiskörper“, стр. 207.

быть может это объясняется послѣдующимъ лежаніемъ прорастающихъ сѣмянъ между намоченной пропускной бумагой. 2) Несравненно меньшую роль играютъ потери азота вслѣдствіе перехода растворимыхъ азотистыхъ соединенийъ изъ корней въ окружающій ихъ растворъ; именно оказалось, что вода изъ перваго сосуда заключала:

II	III	IV
0,0030	0,0047	0,0047 gr. азота.

Такъ какъ на каждый сосудъ приходилось 15—20 gr. сухой растительной массы, то эти величины нужно признать неимѣющими значенія.

То обстоятельство, что потери азота не показываютъ послѣдовательнаго увеличенія съ возрастомъ растений, говоритъ также за то, что здѣсь играла роль причина случайнаго характера, очевидно первая изъ нами указанныхъ.

Выяснивши такимъ образомъ количества общаго азота для каждой стадіи, перейдемъ къ разсмотрѣнію измѣненій въ количествахъ отдѣльных азотистыхъ веществъ (или правильнѣе ихъ группъ).

Начнемъ съ бѣлковыхъ тѣлъ. Ихъ количество опредѣлялось по извѣстному способу Штуцера, при чемъ при осажденіи бѣлковъ изъ воднаго экстракта гидратомъ окиси мѣди прибавлялось небольшое количество калийныхъ квасцовъ, чтобы парализовать растворяющее дѣйствіе фосфорнокислыхъ щелочей на бѣлки *).

Вотъ цифры для азота бѣлковъ, въ процентахъ отъ сухого вещества:

0	I	II	III	IV
4,56	2,91	2,24	2,05	2,15

(№№ анализовъ 18, 19, 20, 21 и 22).

Помножая на обычный множитель 6,25, имѣемъ слѣдующія цифры для бѣлковыхъ веществъ:

28,50%—18,19%—14,00%—12,81%—13,44%.

Какъ видимъ, наблюдается быстрое убываніе количества бѣлковъ; на самомъ дѣлѣ оно происходило еще быстрѣе, такъ какъ при данномъ способѣ выраженія потеря въ вѣсѣ самихъ растений маскируетъ быстроту распаденія бѣлковыхъ веществъ. Производя соотвѣтственную поправку, т.-е. умноживъ вышеозначенныя процентныя числа на отношенія вѣса растений къ вѣсу сѣмянъ, получимъ такія величины:

0	I	II	III	IV
28,50	15,28	10,60	8,84	8,86.

Или тоже въ процентахъ отъ начальнаго количества бѣлковъ:

100,00—53,60—37,09—31,02—31,09.

Такимъ образомъ, черезъ 40 дней лишь нѣсколько менѣ одной трети бѣлковъ уцѣлѣло отъ разрушенія; наиболѣе энергично разрушеніе шло вначалѣ,

*) Повидимому, прибавка квасцовъ не должна переходить извѣстной границы, иначе это можетъ вліять на результаты опредѣленія; я прибавлялъ одинъ куб. сант. 10% раствора квасцовъ.

а затѣмъ постепенно замедлялось, сходя къ концу на нѣтъ; здѣсь замедленіе это замѣтно даже въ большей степени, чѣмъ въ энергіи процесса дыханія, насколько о немъ позволяютъ судить вышеприведенныя величины для потери вѣса растений.

Кромѣ общаго количества протеиновыхъ веществъ опредѣлено еще было количество нуклеина, по содержанію азота въ остаткѣ нерастворимомъ въ желудочномъ сокѣ; получились слѣдующія цифры для азота въ процентахъ отъ сухого вещества:

0	I	II	III	IV
0,48	0,44	0,47	0,54	0,57

(№№ анализовъ 84, 85, 86, 87, 88).

Или, производя поправку на потерю въ вѣсѣ и дѣлая такимъ образомъ эти величины сравнимыми:

0,48	0,37	0,36	0,36	0,38
------	------	------	------	------

т.-е. количество нуклеина, насколько о немъ можно судить по данному методу, не увеличилось при прорастаніи, несмотря на образованіе массы новыхъ клѣточекъ, а слѣдовательно и ядеръ *).

Процессъ распаденія бѣлковыхъ веществъ влечетъ за собой накопленіе растворимыхъ въ водѣ азотистыхъ продуктовъ, не осаждаемыхъ гидратами окиси мѣди. Каковы эти продукты въ нашемъ случаѣ?

Исслѣдованія Шульце **) показали, что въ росткахъ вики кромѣ обычнаго аспарагина появляются еще: лейцинъ, амидовалерьяновая кислота, фениламинопропионовая кислота въ небольшихъ количествахъ и слѣды тирозина; затѣмъ, кромѣ находящихся уже въ сѣменахъ органическихъ основаній холина и бетаина, появляется еще гуанидинъ.

Изъ амидосоединеній лишь для аспарагина существуетъ достаточно точный методъ количественнаго опредѣленія (по Саксе ***); въ виду отсутствія такового для другихъ ему сопутствующихъ соединеній пришлось ограничиться приблизительнымъ суммарнымъ опредѣленіемъ азота, приходящагося на ихъ долю. Это дѣлалось такимъ путемъ: въ фильтратъ послѣ опредѣленія бѣлковыхъ веществъ по Штуцеру, подкисленный сѣрной кислотой,

*) Если мы, пользуясь этими данными, высчитаемъ отдѣльно количество легумина и нуклеина, пользуясь для перваго коэффициентомъ 6, а для втораго—8 (см. Schulze, Steiger и Maxwell, Landw. Versuchsstat., XXXIX, 277 и 306), то получимъ такой рядъ:

	0	I	II	III	IV
Легуминъ	24,48	15,24	11,28	10,14	10,62
Нуклеинъ	3,84	2,96	2,88	2,88	3,04
Сумма	28,32	18,20	14,16	13,02	13,66.

Выше, при простомъ умноженіи бѣлковаго азота на 6,25, мы имѣли:

28,50	18,19	14,00	12,81	13,44.
-------	-------	-------	-------	--------

Какъ видимъ, цифры хорошо сходятся.

**) См. Zeitschrift. f. Phys. Chemie, XVII, 193.

***) См. König, Untersuchungsmethoden der landwirt. wichtigen Stoffe.

вливался растворъ фосфорновольфрамовой кислоты; кислота эта осаждает органическія основанія, амміакъ и пептоны, въ малыхъ количествахъ вступающіе въ росткахъ. Послѣ 2-часового стоянія осадокъ, вызванный фосфорновольфрамовой кислотой, отдѣлялся фильтрованіемъ, фильтратъ доведенъ до опредѣленнаго объема и въ извѣстныхъ доляхъ его производилось опредѣленіе азота по Кіельдалю, послѣ выпариванья. Азотъ этотъ считался за азотъ амидосоединеній. Такъ какъ отдѣльное опредѣленіе (въ отдѣльных навѣскѣ) давало количество азота въ видѣ аспарагина, то по разности можно было судить о количествѣ азота въ остальныхъ амидосоединеніяхъ *).

Что касается осадка съ фосфорновольфрамовой кислотой, то въ немъ также производилось опредѣленіе азота; хотя мы и не знаемъ съ точностью сколько такого азота приходилось на долю органическихъ основаній, сколько на пептоны и быть можетъ еще какія-нибудь соединенія, все же полученные величины указываютъ предѣлъ, за который не можетъ переходить количество ни одного изъ названныхъ тѣлъ и даютъ затѣмъ возможность суммированіемъ удостовѣриться въ точности анализовъ (количество общаго азота должно быть равно суммѣ количествъ азота бѣлковъ, азота амидосоединеній (но было судить о) и азота въ фосфорновольфрамовомъ осадкѣ).

Вышеозначеннымъ путемъ получены были слѣдующія данныя.

На долю амидосоединеній приходилось азота:

0	I	II	III	IV
0,35%	2,41%	3,65%	4,45%	4,94%
(№№ анализовъ 51, 52, 53, 54, 55).				

Въ томъ числѣ азота въ видѣ аспарагина:

0,07 **)	1,40	2,16	2,69	3,16
(№№ анализовъ 68, 69, 70, 71 и 80).				

Если принять весь амидный азотъ за 100, то на долю аспарагина придется:

I	II	III	IV
58,09	59,17	60,45	63,96.

Числа показываютъ, что хотя бѣльшая часть амиднаго азота приходится на долю аспарагина, но все же количество его не достигаетъ къ концу опыта двухъ третей общаго амиднаго азота.

То слабое возрастаніе процентнаго отношенія азота въ видѣ аспарагина къ общему амидному азоту, которое наблюдается здѣсь, повидимому есть явленіе постоянно повторяющееся. Такъ, Шульце наблюдалъ возрастаніе

*) Можно было бы примѣнить еще способъ Саксе и Кормана для опредѣленія азота амидокислотъ; но сомнительно, чтобы цифры, такимъ путемъ полученныя, имѣли преимущество передъ тѣми, какія даются въ текстѣ; а выполненіе анализовъ было бы обставлено большими затрудненіями.

***) Замѣтимъ, что качественнымъ анализомъ изъ стѣмянъ *Vicia* не было выдѣлено аспарагина, ни амидосоединеній вообще; поэтому соответственныя цифры количественнаго опредѣленія имѣютъ лишь условное значеніе.

этого отношенія для люпиновъ съ 66,9% до 76,9% *) по мѣрѣ того, какъ распаденіе бѣлковъ шло впередъ; въ нижеописываемыхъ моихъ опытахъ по вліянію солей извести на распаденіе бѣлковъ (стр. 47 (87)) обнаружилось также увеличеніе этого отношенія (вмѣстѣ съ увеличеніемъ энергии распадения) съ 58,8 до 61,1%; далѣе въ опытѣ съ *Vicia Faba* (стр. 35 (82)) интересующее насъ отношеніе возрасло съ 45,5% до 50,9 въ промежутокъ между двумя періодами.

Азотъ органическихъ основаній и пептоновъ играетъ несравненно меньшую роль чѣмъ вышеназванныя группы въ процессѣ проростанія, какъ это видно изъ слѣдующихъ цифръ:

0	I	II	III	IV
0,29%	0,56%	0,46%	0,30%	0,30%
(№№ анализовъ 36, 37, 38, 39, 40).				

Въ началѣ проростанія замѣчается нѣкоторое увеличеніе этой части азота; быть можетъ это зависитъ отъ образованія пептоновъ, а отчасти несомнѣнно и отъ увеличенія количества органическихъ основаній, такъ какъ Шульце доказалъ образованіе гуанидина при проростаніи и замѣтное увеличеніе количества холина; послѣдній образуется повидимому изъ лецитина, который распадается при проростаніи; въ нашемъ случаѣ это распаденіе происходило въ слѣдующихъ размѣрахъ:

0	I	II
% лецитина: 1,08	0,58	0,54
(см. №№ анализовъ 102, 103, 104).		

(Здѣсь содержаніе лецитина вычислено по содержанію фосфора въ алко-гольноэфирной вытяжкѣ, слѣдовательно сдѣлано допущеніе, что въ этой вытяжкѣ не было другихъ содержащихъ фосфоръ соединеній, помимо лецитина. См. Шульце и Франкфуртъ, *Landw. Versuchsstat.*, 43, 307).

Является ли амміакъ продуктомъ распадения бѣлковыхъ веществъ при проростаніи?

Чтобы получить отвѣтъ на этотъ вопросъ пришлось соблюдать извѣстныя предосторожности въ выборѣ метода, въ виду присутствія въ анализируемомъ матеріалѣ веществъ, легко отщепляющихъ амміакъ; именно, согласно предписанію Bosshard'a *), амміакъ осаждался фосфорновольфрамовой кислотой въ особомъ экстрактѣ, приготовленномъ безъ излишне долгаго нагрѣванія и освобожденнымъ предварительно отъ бѣлковыхъ веществъ такъ, какъ это дѣлается въ способѣ Штуцера; осадокъ этотъ собирался на фильтръ и промывался небольшимъ количествомъ воды подкисленной сѣрной и фосфорновольфрамовой кислотами, а затѣмъ вмѣстѣ съ фильтромъ вводился въ колбу для отгонки съ окисью магнія въ струѣ воздуха. При этомъ полу-

*) *Landw. Jahrbücher*, 1880, 704.

***) *Zeitschrift für analytische Chemie* XXII, 325.

чены слѣдующія количества азота въ формѣ амміака въ процентахъ сухого вещества:

0	I	II	III
0,00	0,05	0,04	0,02

(№№ анализовъ 89, 90, 91, 92).

Эти числа показываютъ, что амміака въ экстрактахъ находилось ничтожное количество, которое вполне объясняется присутствіемъ легко распадающихся соединений, а амміакъ какъ таковой не можетъ считаться продуктомъ распада бѣлковъ; аспарагинъ является слѣдовательно низшимъ членомъ среди азотистыхъ небѣлковыхъ соединений, накапливающихся въ этиолированныхъ росткахъ *).

Для того, чтобы представить распадѣніе бѣлковъ и накопленіе амидовъ болѣе наглядно, примемъ для каждой стадіи количество всего наличнаго азота за 100, и выразимъ въ процентахъ отъ этого количества доли азота приходящагося на установленныя нами группы азотистыхъ соединений; тогда получается такая таблица:

	0	I	II	III	IV
1. Азотъ бѣлковъ	89,92	49,23	35,61	29,79	28,7
2. Амидный азотъ	(6,90)	40,77	58,03	64,68	66,1
Въ томъ числѣ:					
Азотъ аспарагина	—	23,68	34,34	39,09	42,3
Азотъ другихъ амидосоединеній . .	—	17,09	23,69	25,59	23,8
3. Азотъ орган. основаній и пептоновъ.	5,72	9,49	7,30	4,37	4,0
Сумма	102,54	99,39	100,94	98,74	98,9

На таблицѣ А тѣ же величины нанесены графически.

Для того, чтобы судить о распредѣленіи бѣлковъ и продуктовъ ихъ распада по частямъ растенія, для растеній 40 дневныхъ сдѣланы были отдѣльно анализы сѣменодолей и растущихъ частей.

Содержаніе общаго азота къ этому времени въ росткахъ равнялось 10,00%, а въ сѣменодоляхъ 3,54% (№№ анализовъ 6 и 7). Если мы примемъ во вниманіе, что на ростки приходилось 61,7% отъ общаго вѣса растеній въ этотъ періодъ, а на сѣменодоли 38,3, то окажется, что въ сѣменодоляхъ осталось лишь 17,7% отъ общаго количества азота, а 82,3% его перешло въ ростки.

Опредѣленіе азота бѣлкового и амиднаго показало, что въ росткахъ скопились преимущественно продукты распада бѣлковъ.

	Сѣменодоли.	Ростки.
Азотъ бѣлковъ	1,85	2,44
Азотъ амидовъ	1,58	7,01
Азотъ основаній и пептоновъ .	0,22	0,40

(№№ анализовъ 23, 24, 41, 55, 56).

*) Проба на азотную кислоту показала совершенное отсутствіе ея въ росткахъ *Vicia sativa*.

Такимъ образомъ въ росткахъ изъ общаго количества азота въ нихъ 70,10 приходится на амидный азотъ; но все же бѣлковъ въ росткахъ процентно (а тѣмъ болѣе и абсолютно) больше, нежели въ сѣменодоляхъ.

Опредѣленіе аспарагина въ данномъ случаѣ не было сдѣлано, но заимствуя цифры изъ опыта по влиянію $Ca SO_4$ на распадѣніе бѣлковъ (см. ниже гл. III), мы увидимъ, что для азота аспарагина разница въ процентномъ содержаніи его для ростковъ и сѣменодолей еще болѣе велика:

	Сѣменодоли.	Ростки.
1-ый случай	0,60	3,67
2-ой случай	0,47	3,56

(№№ анализовъ 72, 73, 74, 75).

Посмотримъ теперь какъ шло потребленіе углеводовъ въ нашихъ растеніяхъ и тогда уже, обладая болѣе полной картиной процесса, вернемся къ превращеніямъ бѣлковыхъ веществъ.

Для опредѣленія количества углеводовъ употреблялись слѣдующіе приемы.

Одна порція вещества (обыкновенно 2 грамма) подвергалась оклейстериванью нагрѣваніемъ около одного часа на водяной банѣ и послѣдующему дѣйствію діастаза, при 62—63° С, до тѣхъ поръ пока не исчезала іодная реакція. Для всѣхъ опредѣленій служитъ одинъ и тотъ же растворъ діастаза въ глицеринѣ; его достаточно было брать 0,5 куб. с.; количество углеводовъ въ этомъ растворѣ было такъ мало, что поправки дѣлать не приходилось. Послѣ осахариванья къ жидкости прибавлялась соляная кислота по такому расчету, чтобы получался 4% растворъ HCl, смѣсь подвергалась кипяченію въ теченіе 3-хъ часовъ, съ обратнымъ холодильникомъ. Послѣ нейтрализаціи содой, опредѣленная часть экстракта подвергалась кипяченію съ фелинговой жидкостью, при чемъ выдѣлившаяся закись мѣди собиралась, промывалась, восстанавливалась въ металлическую мѣдь и взвѣшивалась (по Меркеру *).

Эти количества глюкозы, до известной степени **) служащая мѣркой общаго количества углеводовъ въ растеніяхъ, были для разныхъ стадій слѣдующія (въ процентахъ отъ сухаго вещества):

0	I	II	III	IV
47,61%	33,51%	24,57%	15,44%	10,52%

(№№ анализовъ 114, 115, 116, 117, 118).

или, дѣлая поправку на потерю вѣса, получимъ:

47,61	28,44	18,70	10,65	6,93 gr.
-------	-------	-------	-------	----------

*) См. König. Untersuchungsmethoden etc.

**) Совершенно точными эти цифры не могутъ быть потому, что во время операций необходимыхъ для превращенія крахмала въ глюкозу, могла отчасти разрушиться левулеза, полученная изъ тростниковаго сахара, который, какъ увидимъ ниже, входилъ въ смѣсь углеводовъ. Но во всякомъ случаѣ погрѣшность здѣсь не можетъ быть велика, такъ какъ въ сѣменахъ и въ первыхъ стадіяхъ развитія ростковъ крахмалъ сильно преобладалъ надъ остальными видами углеводовъ.

Такимъ образомъ, углеводы не были еще потреблены до конца 40 днямъ.

Чтобы видѣть, въ какой формѣ находились углеводы въ нашихъ растеніяхъ, опредѣлено было количество углеводовъ растворимыхъ въ водѣ и способныхъ возстановлять фелингову жидкость а) непосредственно и послѣ кипяченія съ соляной кислотой. Для экстрагирования употреблялась не вода, а 65% растворъ спирта, чтобы вѣрнѣе избѣжать возможнаго хлора и при осторожномъ нагреваніи съ водой оклейстериванья. Такимъ горячимъ разведеннымъ спиртомъ вещество обрабатывалось три раза (чтобы парализовать дѣйствіе органическихъ кислотъ прибавлялось немного CaCO_3), экстрактъ выпаривался затѣмъ въ чашкѣ для удаленія спирта, остатокъ прибавлялся водой и фильтровался. Фильтратъ дѣлился пополамъ: одна часть кипятилась съ 2% соляной кислотой *), а другая служила для опредѣленія глюкозы непосредственно.

Оказалось, что общее количество растворимыхъ углеводовъ (по результатамъ опредѣленія въ первой порціи) возросло при началѣ проростанія при томъ не только процентно, но и абсолютно; вотъ цифры:

0	I	II	III	IV
5,59%	10,44%	10,17%	9,09%	6,13%
(№№ анализовъ 119, 120, 121, 122, 123).				

послѣ поправки на потерю въ вѣсѣ имѣемъ.

5,59	8,73	7,67	6,27	4,05 gr.
------	------	------	------	----------

Если мы вычтемъ эти количества глюкозы, приходящіяся на растворимые углеводы, изъ приведенныхъ ранѣе такихъ же суммарныхъ величинъ и разность помножимъ на $\frac{9}{10}$ (такъ какъ изъ 9 частей крахмала образуется 10 частей глюкозы), то получимъ слѣдующее процентное содержаніе крахмала въ сухомъ веществѣ для разныхъ стадій:

0	I	II	III	IV
37,82	20,76	12,96	5,71	3,95

или производя поправку на потерю вѣса:

37,82	17,44	9,93	3,94	2,59 gr.
-------	-------	------	------	----------

Такимъ образомъ и крахмалъ не исчезъ совершенно къ концу опыта, но если принять во вниманіе, что конечно растенія не развивались въ сухомъ веществѣ, то можно считать, что крахмалъ въ сухомъ веществѣ уменьшается въ количествѣ по мере проростанія. Если же принять во вниманіе, что крахмалъ въ сухомъ веществѣ уменьшается въ количествѣ по мере проростанія, то можно заключить, что крахмалъ въ сухомъ веществѣ уменьшается въ количествѣ по мере проростанія. Если же принять во вниманіе, что крахмалъ въ сухомъ веществѣ уменьшается въ количествѣ по мере проростанія, то можно заключить, что крахмалъ въ сухомъ веществѣ уменьшается въ количествѣ по мере проростанія.

*) Кипяченіе продолжалось 12 часовъ; опять показала, что при кипяченіи крахмалъ не увеличивается.

Бэмъ приписывалъ извести благоприятное дѣйствіе на передвиженіе углеводовъ изъ сѣменодолей въ ростки).

Опредѣленіе глюкозы въ этой части вытяжки, которая не подвергалась дѣйствію соляной кислоты, дало неожиданные результаты; именно глюкозы содержалось:

0	I	II	III	IV
0	2,90	0	0	0%
(№ анализа 124).				

Глюкозы (а можетъ быть отчасти и мальтоза?) появляются слѣдовательно лишь вначалѣ, а затѣмъ и исчезаетъ.

Для того, чтобы имѣть какія-нибудь данныя о составѣ этой группы „растворимыхъ углеводовъ“ въ позднѣйшія стадіи, когда глюкоза исчезаетъ, сдѣлана была попытка изслѣдовать ростки качественно на содержаніе тростниковаго сахара; попытка эта дала совершенно ясный положительный результатъ. Растенія для этого опыта выращены были въ пескѣ, въ большихъ плоскихъ ящикахъ, примѣрно при тѣхъ же условіяхъ, какъ и растенія водныхъ культуръ, доставившія матеріалъ для количественныхъ опредѣленій. Такимъ образомъ получено было около 900 gr. воздушно-сухихъ ростковъ 20-тидневнаго возраста. Измельченная масса извлекалась дважды 90% алкогolemъ при кипяченіи съ обратнымъ холодильникомъ; жидкость затѣмъ отцѣживалась сначала черезъ холстъ (остатокъ отжимался подъ прессомъ) а затѣмъ жидкость прогущалась черезъ фильтръ, нагревалась опять до кипѣнія и тогда къ ней приливался горячій насыщенный водой растворъ стронціана и все вмѣстѣ кипятилось снова. Образовавшійся осадокъ отдѣлялся фильтрованіемъ, кипятился еще разъ съ растворомъ стронціана и послѣ фильтрованія разлагался угольной кислотой. Полученный выпариваньемъ изъ отфильтрованной жидкости сиропъ извлекался повторно 95% алкогolemъ при нагреваніи и эта вытяжка при стояніи дала крупные твердые кристаллы, по виду похожіе вполне на кристаллы тростниковаго сахара и имѣющіе сладкій вкусъ. Водный растворъ этого вещества возстановлялъ фелингову жидкость только послѣ предварительнаго кипяченія съ соляной кислотой, будучи нагревъ съ резорциномъ и концентрированной соляной кислотой кристаллы давали кроваво-красную жидкость, изъ которой при охлажденіи выдѣлялись коричневые хлопья. Изслѣдованіе въ поляризаціонномъ аппаратѣ дало слѣдующіе результаты: водный растворъ, который содержалъ въ 10 куб. с. 0,2564 gr. нашего вещества, вызывалъ вращеніе вправо на $9,7^\circ$ (аппаратъ

имѣлъ длину трубки 200 мм., $D = 0,5$, $n_D^{20} = 1,515$, $n_D^{25} = 1,510$, $n_D^{30} = 1,505$, $n_D^{35} = 1,500$, $n_D^{40} = 1,495$, $n_D^{45} = 1,490$, $n_D^{50} = 1,485$, $n_D^{55} = 1,480$, $n_D^{60} = 1,475$, $n_D^{65} = 1,470$, $n_D^{70} = 1,465$, $n_D^{75} = 1,460$, $n_D^{80} = 1,455$, $n_D^{85} = 1,450$, $n_D^{90} = 1,445$, $n_D^{95} = 1,440$, $n_D^{100} = 1,435$, $n_D^{105} = 1,430$, $n_D^{110} = 1,425$, $n_D^{115} = 1,420$, $n_D^{120} = 1,415$, $n_D^{125} = 1,410$, $n_D^{130} = 1,405$, $n_D^{135} = 1,400$, $n_D^{140} = 1,395$, $n_D^{145} = 1,390$, $n_D^{150} = 1,385$, $n_D^{155} = 1,380$, $n_D^{160} = 1,375$, $n_D^{165} = 1,370$, $n_D^{170} = 1,365$, $n_D^{175} = 1,360$, $n_D^{180} = 1,355$, $n_D^{185} = 1,350$, $n_D^{190} = 1,345$, $n_D^{195} = 1,340$, $n_D^{200} = 1,335$, $n_D^{205} = 1,330$, $n_D^{210} = 1,325$, $n_D^{215} = 1,320$, $n_D^{220} = 1,315$, $n_D^{225} = 1,310$, $n_D^{230} = 1,305$, $n_D^{235} = 1,300$, $n_D^{240} = 1,295$, $n_D^{245} = 1,290$, $n_D^{250} = 1,285$, $n_D^{255} = 1,280$, $n_D^{260} = 1,275$, $n_D^{265} = 1,270$, $n_D^{270} = 1,265$, $n_D^{275} = 1,260$, $n_D^{280} = 1,255$, $n_D^{285} = 1,250$, $n_D^{290} = 1,245$, $n_D^{295} = 1,240$, $n_D^{300} = 1,235$, $n_D^{305} = 1,230$, $n_D^{310} = 1,225$, $n_D^{315} = 1,220$, $n_D^{320} = 1,215$, $n_D^{325} = 1,210$, $n_D^{330} = 1,205$, $n_D^{335} = 1,200$, $n_D^{340} = 1,195$, $n_D^{345} = 1,190$, $n_D^{350} = 1,185$, $n_D^{355} = 1,180$, $n_D^{360} = 1,175$, $n_D^{365} = 1,170$, $n_D^{370} = 1,165$, $n_D^{375} = 1,160$, $n_D^{380} = 1,155$, $n_D^{385} = 1,150$, $n_D^{390} = 1,145$, $n_D^{395} = 1,140$, $n_D^{400} = 1,135$, $n_D^{405} = 1,130$, $n_D^{410} = 1,125$, $n_D^{415} = 1,120$, $n_D^{420} = 1,115$, $n_D^{425} = 1,110$, $n_D^{430} = 1,105$, $n_D^{435} = 1,100$, $n_D^{440} = 1,095$, $n_D^{445} = 1,090$, $n_D^{450} = 1,085$, $n_D^{455} = 1,080$, $n_D^{460} = 1,075$, $n_D^{465} = 1,070$, $n_D^{470} = 1,065$, $n_D^{475} = 1,060$, $n_D^{480} = 1,055$, $n_D^{485} = 1,050$, $n_D^{490} = 1,045$, $n_D^{495} = 1,040$, $n_D^{500} = 1,035$, $n_D^{505} = 1,030$, $n_D^{510} = 1,025$, $n_D^{515} = 1,020$, $n_D^{520} = 1,015$, $n_D^{525} = 1,010$, $n_D^{530} = 1,005$, $n_D^{535} = 1,000$, $n_D^{540} = 0,995$, $n_D^{545} = 0,990$, $n_D^{550} = 0,985$, $n_D^{555} = 0,980$, $n_D^{560} = 0,975$, $n_D^{565} = 0,970$, $n_D^{570} = 0,965$, $n_D^{575} = 0,960$, $n_D^{580} = 0,955$, $n_D^{585} = 0,950$, $n_D^{590} = 0,945$, $n_D^{595} = 0,940$, $n_D^{600} = 0,935$, $n_D^{605} = 0,930$, $n_D^{610} = 0,925$, $n_D^{615} = 0,920$, $n_D^{620} = 0,915$, $n_D^{625} = 0,910$, $n_D^{630} = 0,905$, $n_D^{635} = 0,900$, $n_D^{640} = 0,895$, $n_D^{645} = 0,890$, $n_D^{650} = 0,885$, $n_D^{655} = 0,880$, $n_D^{660} = 0,875$, $n_D^{665} = 0,870$, $n_D^{670} = 0,865$, $n_D^{675} = 0,860$, $n_D^{680} = 0,855$, $n_D^{685} = 0,850$, $n_D^{690} = 0,845$, $n_D^{695} = 0,840$, $n_D^{700} = 0,835$, $n_D^{705} = 0,830$, $n_D^{710} = 0,825$, $n_D^{715} = 0,820$, $n_D^{720} = 0,815$, $n_D^{725} = 0,810$, $n_D^{730} = 0,805$, $n_D^{735} = 0,800$, $n_D^{740} = 0,795$, $n_D^{745} = 0,790$, $n_D^{750} = 0,785$, $n_D^{755} = 0,780$, $n_D^{760} = 0,775$, $n_D^{765} = 0,770$, $n_D^{770} = 0,765$, $n_D^{775} = 0,760$, $n_D^{780} = 0,755$, $n_D^{785} = 0,750$, $n_D^{790} = 0,745$, $n_D^{795} = 0,740$, $n_D^{800} = 0,735$, $n_D^{805} = 0,730$, $n_D^{810} = 0,725$, $n_D^{815} = 0,720$, $n_D^{820} = 0,715$, $n_D^{825} = 0,710$, $n_D^{830} = 0,705$, $n_D^{835} = 0,700$, $n_D^{840} = 0,695$, $n_D^{845} = 0,690$, $n_D^{850} = 0,685$, $n_D^{855} = 0,680$, $n_D^{860} = 0,675$, $n_D^{865} = 0,670$, $n_D^{870} = 0,665$, $n_D^{875} = 0,660$, $n_D^{880} = 0,655$, $n_D^{885} = 0,650$, $n_D^{890} = 0,645$, $n_D^{895} = 0,640$, $n_D^{900} = 0,635$, $n_D^{905} = 0,630$, $n_D^{910} = 0,625$, $n_D^{915} = 0,620$, $n_D^{920} = 0,615$, $n_D^{925} = 0,610$, $n_D^{930} = 0,605$, $n_D^{935} = 0,600$, $n_D^{940} = 0,595$, $n_D^{945} = 0,590$, $n_D^{950} = 0,585$, $n_D^{955} = 0,580$, $n_D^{960} = 0,575$, $n_D^{965} = 0,570$, $n_D^{970} = 0,565$, $n_D^{975} = 0,560$, $n_D^{980} = 0,555$, $n_D^{985} = 0,550$, $n_D^{990} = 0,545$, $n_D^{995} = 0,540$, $n_D^{1000} = 0,535$, $n_D^{1005} = 0,530$, $n_D^{1010} = 0,525$, $n_D^{1015} = 0,520$, $n_D^{1020} = 0,515$, $n_D^{1025} = 0,510$, $n_D^{1030} = 0,505$, $n_D^{1035} = 0,500$, $n_D^{1040} = 0,495$, $n_D^{1045} = 0,490$, $n_D^{1050} = 0,485$, $n_D^{1055} = 0,480$, $n_D^{1060} = 0,475$, $n_D^{1065} = 0,470$, $n_D^{1070} = 0,465$, $n_D^{1075} = 0,460$, $n_D^{1080} = 0,455$, $n_D^{1085} = 0,450$, $n_D^{1090} = 0,445$, $n_D^{1095} = 0,440$, $n_D^{1100} = 0,435$, $n_D^{1105} = 0,430$, $n_D^{1110} = 0,425$, $n_D^{1115} = 0,420$, $n_D^{1120} = 0,415$, $n_D^{1125} = 0,410$, $n_D^{1130} = 0,405$, $n_D^{1135} = 0,400$, $n_D^{1140} = 0,395$, $n_D^{1145} = 0,390$, $n_D^{1150} = 0,385$, $n_D^{1155} = 0,380$, $n_D^{1160} = 0,375$, $n_D^{1165} = 0,370$, $n_D^{1170} = 0,365$, $n_D^{1175} = 0,360$, $n_D^{1180} = 0,355$, $n_D^{1185} = 0,350$, $n_D^{1190} = 0,345$, $n_D^{1195} = 0,340$, $n_D^{1200} = 0,335$, $n_D^{1205} = 0,330$, $n_D^{1210} = 0,325$, $n_D^{1215} = 0,320$, $n_D^{1220} = 0,315$, $n_D^{1225} = 0,310$, $n_D^{1230} = 0,305$, $n_D^{1235} = 0,300$, $n_D^{1240} = 0,295$, $n_D^{1245} = 0,290$, $n_D^{1250} = 0,285$, $n_D^{1255} = 0,280$, $n_D^{1260} = 0,275$, $n_D^{1265} = 0,270$, $n_D^{1270} = 0,265$, $n_D^{1275} = 0,260$, $n_D^{1280} = 0,255$, $n_D^{1285} = 0,250$, $n_D^{1290} = 0,245$, $n_D^{1295} = 0,240$, $n_D^{1300} = 0,235$, $n_D^{1305} = 0,230$, $n_D^{1310} = 0,225$, $n_D^{1315} = 0,220$, $n_D^{1320} = 0,215$, $n_D^{1325} = 0,210$, $n_D^{1330} = 0,205$, $n_D^{1335} = 0,200$, $n_D^{1340} = 0,195$, $n_D^{1345} = 0,190$, $n_D^{1350} = 0,185$, $n_D^{1355} = 0,180$, $n_D^{1360} = 0,175$, $n_D^{1365} = 0,170$, $n_D^{1370} = 0,165$, $n_D^{1375} = 0,160$, $n_D^{1380} = 0,155$, $n_D^{1385} = 0,150$, $n_D^{1390} = 0,145$, $n_D^{1395} = 0,140$, $n_D^{1400} = 0,135$, $n_D^{1405} = 0,130$, $n_D^{1410} = 0,125$, $n_D^{1415} = 0,120$, $n_D^{1420} = 0,115$, $n_D^{1425} = 0,110$, $n_D^{1430} = 0,105$, $n_D^{1435} = 0,100$, $n_D^{1440} = 0,095$, $n_D^{1445} = 0,090$, $n_D^{1450} = 0,085$, $n_D^{1455} = 0,080$, $n_D^{1460} = 0,075$, $n_D^{1465} = 0,070$, $n_D^{1470} = 0,065$, $n_D^{1475} = 0,060$, $n_D^{1480} = 0,055$, $n_D^{1485} = 0,050$, $n_D^{1490} = 0,045$, $n_D^{1495} = 0,040$, $n_D^{1500} = 0,035$, $n_D^{1505} = 0,030$, $n_D^{1510} = 0,025$, $n_D^{1515} = 0,020$, $n_D^{1520} = 0,015$, $n_D^{1525} = 0,010$, $n_D^{1530} = 0,005$, $n_D^{1535} = 0,000$, $n_D^{1540} = 0,000$, $n_D^{1545} = 0,000$, $n_D^{1550} = 0,000$, $n_D^{1555} = 0,000$, $n_D^{1560} = 0,000$, $n_D^{1565} = 0,000$, $n_D^{1570} = 0,000$, $n_D^{1575} = 0,000$, $n_D^{1580} = 0,000$, $n_D^{1585} = 0,000$, $n_D^{1590} = 0,000$, $n_D^{1595} = 0,000$, $n_D^{1600} = 0,000$, $n_D^{1605} = 0,000$, $n_D^{1610} = 0,000$, $n_D^{1615} = 0,000$, $n_D^{1620} = 0,000$, $n_D^{1625} = 0,000$, $n_D^{1630} = 0,000$, $n_D^{1635} = 0,000$, $n_D^{1640} = 0,000$, $n_D^{1645} = 0,000$, $n_D^{1650} = 0,000$, $n_D^{1655} = 0,000$, $n_D^{1660} = 0,000$, $n_D^{1665} = 0,000$, $n_D^{1670} = 0,000$, $n_D^{1675} = 0,000$, $n_D^{1680} = 0,000$, $n_D^{1685} = 0,000$, $n_D^{1690} = 0,000$, $n_D^{1695} = 0,000$, $n_D^{1700} = 0,000$, $n_D^{1705} = 0,000$, $n_D^{1710} = 0,000$, $n_D^{1715} = 0,000$, $n_D^{1720} = 0,000$, $n_D^{1725} = 0,000$, $n_D^{1730} = 0,000$, $n_D^{1735} = 0,000$, $n_D^{1740} = 0,000$, $n_D^{1745} = 0,000$, $n_D^{1750} = 0,000$, $n_D^{1755} = 0,000$, $n_D^{1760} = 0,000$, $n_D^{1765} = 0,000$, $n_D^{1770} = 0,000$, $n_D^{1775} = 0,000$, $n_D^{1780} = 0,000$, $n_D^{1785} = 0,000$, $n_D^{1790} = 0,000$, $n_D^{1795} = 0,000$, $n_D^{1800} = 0,000$, $n_D^{1805} = 0,000$, $n_D^{1810} = 0,000$, $n_D^{1815} = 0,000$, $n_D^{1820} = 0,000$, $n_D^{1825} = 0,000$, $n_D^{1830} = 0,000$, $n_D^{1835} = 0,000$, $n_D^{1840} = 0,000$, $n_D^{1845} = 0,000$, $n_D^{1850} = 0,000$, $n_D^{1855} = 0,000$, $n_D^{1860} = 0,000$, $n_D^{1865} = 0,000$, $n_D^{1870} = 0,000$, $n_D^{1875} = 0,000$, $n_D^{1880} = 0,000$, $n_D^{1885} = 0,000$, $n_D^{1890} = 0,000$, $n_D^{1895} = 0,000$, $n_D^{1900} = 0,000$, $n_D^{1905} = 0,000$, $n_D^{1910} = 0,000$, $n_D^{1915} = 0,000$, $n_D^{1920} = 0,000$, $n_D^{1925} = 0,000$, $n_D^{1930} = 0,000$, $n_D^{1935} = 0,000$, $n_D^{1940} = 0,000$, $n_D^{1945} = 0,000$, $n_D^{1950} = 0,000$, $n_D^{1955} = 0,000$, $n_D^{1960} = 0,000$, $n_D^{1965} = 0,000$, $n_D^{1970} = 0,000$, $n_D^{1975} = 0,000$, $n_D^{1980} = 0,000$, $n_D^{1985} = 0,000$, $n_D^{1990} = 0,000$, $n_D^{1995} = 0,000$, $n_D^{2000} = 0,000$, $n_D^{2005} = 0,000$, $n_D^{2010} = 0,000$, $n_D^{2015} = 0,000$, $n_D^{2020} = 0,000$, $n_D^{2025} = 0,000$, $n_D^{2030} = 0,000$, $n_D^{2035} = 0,000$, $n_D^{2040} = 0,000$, $n_D^{2045} = 0,000$, $n_D^{2050} = 0,000$, $n_D^{2055} = 0,000$, $n_D^{2060} = 0,000$, $n_D^{2065} = 0,000$, $n_D^{2070} = 0,000$, $n_D^{2075} = 0,000$, $n_D^{2080} = 0,000$, $n_D^{2085} = 0,000$, $n_D^{2090} = 0,000$, $n_D^{2095} = 0,000$, $n_D^{2100} = 0,000$, $n_D^{2105} = 0,000$, $n_D^{2110} = 0,000$, $n_D^{2115} = 0,000$, $n_D^{2120} = 0,000$, $n_D^{2125} = 0,000$, $n_D^{2130} = 0,000$, $n_D^{2135} = 0,000$, $n_D^{2140} = 0,000$, $n_D^{2145} = 0,000$, $n_D^{2150} = 0,000$, $n_D^{2155} = 0,000$, $n_D^{2160} = 0,000$, $n_D^{2165} = 0,000$, $n_D^{2170} = 0,000$, $n_D^{2175} = 0,000$, $n_D^{2180} = 0,000$, $n_D^{2185} = 0,000$, $n_D^{2190} = 0,000$, $n_D^{2195} = 0,000$, $n_D^{2200} = 0,000$, $n_D^{2205} = 0,000$, $n_D^{2210} = 0,000$, $n_D^{2215} = 0,000$, $n_D^{2220} = 0,000$, $n_D^{2225} = 0,000$, $n_D^{2230} = 0,000$, $n_D^{2235} = 0,000$, $n_D^{2240} = 0,000$, $n_D^{2245} = 0,000$, $n_D^{2250} = 0,000$, $n_D^{2255} = 0,000$, $n_D^{2260} = 0,000$, $n_D^{2265} = 0,000$, $n_D^{2270} = 0,000$, $n_D^{2275} = 0,000$, $n_D^{2280} = 0,000$, $n_D^{2285} = 0,000$, $n_D^{2290} = 0,000$, $n_D^{2295} = 0,000$, $n_D^{2300} = 0,000$, $n_D^{2305} = 0,000$, $n_D^{2310} = 0,000$, $n_D^{2315} = 0,000$, $n_D^{2320} = 0,000$, $n_D^{2325} = 0,000$, $n_D^{2330} = 0,000$, $n_D^{2335} = 0,000$, $n_D^{2340} = 0,000$, $n_D^{2345} = 0,000$, $n_D^{2350} = 0,000$, $n_D^{2355} = 0,000$, $n_D^{2360} = 0,000$, $n_D^{2365} = 0,000$, $n_D^{2370} = 0,000$, $n_D^{2375} = 0,000$, $n_D^{2380} = 0,000$, $n_D^{2385} = 0,000$, $n_D^{2390} = 0,000$, $n_D^{2395} = 0,000$, $n_D^{2400} = 0,000$, $n_D^{2405} = 0,000$, $n_D^{2410} = 0,000$, $n_D^{2415} = 0,000$, $n_D^{2420} = 0,000$, $n_D^{2425} = 0,000$, $n_D^{2430} = 0,000$, $n_D^{2435} = 0,000$, $n_D^{2440} = 0,000$, $n_D^{2445} = 0,000$, $n_D^{2450} = 0,000$, $n_D^{2455} = 0,000$, $n_D^{2460} = 0,000$, n_D^{2465

Кромѣ вышеприведенныхъ опредѣленій углеводовъ сдѣланы были еще опредѣленія клѣтчатки (Rohfaser) по Геннебергу и Стоману, для разныхъ стадій развитія; получились слѣдующія числа въ процентахъ отъ сухого вещества:

0	I	II	III	IV
6,64%	9,17%	12,13%	13,98%	16,63%

послѣ поправки на потерю вѣса имѣемъ:

6,64	7,70	9,15	9,65	10,98 gr.
------	------	------	------	-----------

Увеличилось содержаніе и такъ называемыхъ „ненастоящихъ клѣтчатокъ“ (гемипеллюлезы Шульце), насколько о нихъ можно судить по образованию фурфурола (способъ Толленса *) именно сѣмена, ростки 20 и 40 дневные дали слѣдующія количества фурфурола въ процентахъ отъ сухого вещества:

0	II	IV
2,35%	3,82%	4,85% **)

послѣ поправки на потерю въ вѣсѣ имѣемъ:

2,35 — 2,90 — 3,20.

Если допустить, что мы имѣемъ дѣло съ пентозанами дающими 50% фурфурола то количество пентозановъ будетъ таково:

0	I	II	III	IV
4,70	(5,25)	5,80	(6,10)	6,40 gr.

(числа, поставленные въ скобкахъ представляютъ арифметическія среднія изъ слѣдующихъ и предыдущихъ; опредѣленія въ этихъ случаяхъ не были сдѣланы по недостатку матеріала).

Сравнимъ теперь между собой оба процесса—распаденіе бѣлковъ и потребление углеводовъ.

Если мы примемъ количество бѣлковъ и углеводовъ въ сѣменахъ за 100, то наличность тѣхъ и другихъ по періодамъ выразится слѣдующими числами:

	0	I	II	III	IV
Бѣлки . . .	100,00	— 53,60%	— 37,09%	— 31,02%	— 31,09%
Углеводы . .	100,00	— 59,12%	— 39,28%	— 22,38%	— 14,56%

Такимъ образомъ углеводы *относительно* потреблялись вначалѣ медленно, а подъ конецъ быстрее, чѣмъ бѣлки; но абсолютно трата углеводовъ была всегда больше, чѣмъ бѣлковъ, какъ это видно изъ слѣдующаго сопоставленія:

Было потреблено:	I	II	III	IV	Сумма.
Бѣлковъ . . .	12,69 gr.	3,88 gr.	2,29 gr.	0,00 gr.	18,86 gr.
Углеводовъ (въ видѣ глюкозы)	19,17 gr.	9,74 gr.	8,05 gr.	3,72 gr.	40,68 gr.

*) Gunther, de Chalmot, Tollens, Ber. d. d. Chem. ges. 24, II, 3575.

**) Эти опредѣленія сдѣланы были г. Шорыгинъ.

Большая часть бѣлковъ потрачена была въ *первый періодъ*: изъ 18,86 гр. на это время приходится 12,69, т.-е. *два трети*; о недостаткѣ углеводовъ за это время, конечно, не можетъ быть рѣчи; такимъ образомъ то, что Шульце наблюдалъ для богатыхъ бѣлками люпиновъ, наблюдается и для Vicia, изобилующей крахмаломъ, то-есть:

Незамѣтно никакого увеличенія въ энергіи распаденія бѣлковъ по мѣрѣ того какъ потребляются углеводы; наоборотъ, къ концу, когда запасъ углеводовъ уменьшается, распаденіе бѣлковъ и накопленіе амидосоединеній совершенно останавливается.

По теоріи же Пфеффера аспарагинъ долженъ накопляться тогда, когда наступаетъ недостатокъ углеводовъ.

Кромѣ того мы видѣли, что и въ нашемъ растеніи главная масса аспарагина и другихъ продуктовъ распаденія скопляется въ растущихъ частяхъ, а не въ сѣменодоляхъ — опять подтвержденіе факта, приводимаго Шульце для люпиновъ и говорящаго не въ пользу Пфеффера.

Очевидно есть какая-то связь между дыханіемъ (а быть можетъ и ростомъ) и распаденіемъ бѣлковъ. Еще Лясковскій отмѣтилъ извѣстный параллелизмъ между количествами выдѣленной углекислоты и образовавшагося аспарагина*). Попробуемъ сопоставить и въ нашемъ случаѣ энергію дыханія съ одной стороны и накопленіе амидосоединеній — съ другой; ради наглядности, примемъ конечный эффектъ въ каждомъ случаѣ за 100, а для промежуточныхъ стадій дадимъ процентныя отношенія, тогда получается слѣдующее:

	I	II	III	IV
Дыханіе	47,00%	71,35%	90,76%	100,00%
Образованіе аспарагина	44,30%	68,35%	85,13%	100,00%
Амидосоединеній вообще	44,8%	71,7%	89,1%	100,0%

Такимъ образомъ и наши данныя подтверждаютъ существованіе параллелизма между явленіями дыханія и накопленія амидосоединеній. Этимъ, конечно еще не разрѣшается окончательно вопросъ о томъ, есть эта связь непосредственная или нѣтъ; можно предположить, на примѣръ, какъ это и дѣлаютъ нѣкоторые авторы, что процессъ распаденія стоитъ въ связи съ отложеніемъ клѣточныхъ стѣнокъ *), а такъ какъ это послѣднее идетъ до извѣстной степени параллельно съ энергіей дыханія, то и долженъ получаться вышеуказанный результатъ; но съ общефизиологической точки зрѣнія прямая связь распаденія бѣлковыхъ веществъ съ дыханіемъ кажется болѣе вѣроятной.

Ранѣе было отмѣчено, что на долю аспарагина приходится $\frac{3}{5}$ азота

*) Ср. Палладинъ, Вліяніе кислорода на распаденіе бѣлковыхъ веществъ. Варшава 1889 г.

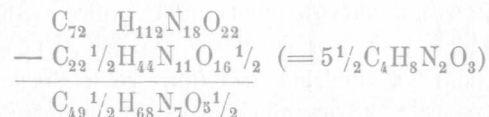
**) Прорастаніе тыквенныхъ сѣмянъ въ химическомъ отношеніи. Москва 1874.

въ продуктахъ распада; это отношеніе даетъ намъ нѣкоторыя основанія для сужденія о томъ, насколько процессъ распаденія бѣлковъ при прорастаніи является процессомъ окислительнымъ. Мнѣнія изслѣдователей по этому пункту существенно расходятся. Такъ, Шульце пишетъ:

„Der Process, welcher bei Einwirkung der Salzsäure auf die Eiweissstoffe sich abspielt und zur Bildung von Amidosäuren, Ammoniak, Lysin und Lysal führt, kann als eine *hydrolytische Spaltung* bezeichnet werden; er ist zweifellos kein *Oxydationsprocess*, denn man setzt ja beim Kochen der Eiweissstoffe mit Salzsäure eine reducirend wirkende Substanz, nämlich Zinnchlorür zu. Wenn man in den Cotyledonen der Keimpflanzen beim Zerfall der Eiweissstoffen Asparagin, Amidosäuren und Arginin sich bilden, so wird man diesen letzteren Process nach der Qualität der dabei entstehenden Producte doch gleichfalls für eine hydrolytische Spaltung erklären können“ *).

Напротивъ, Палладинъ **) и Левъ ***) считаютъ тотъ же самый процессъ по существу окислительнымъ, при чемъ аспарагинъ и углеводы являются главными продуктами дѣйствія кислорода на бѣлки. По схемѣ, данной Палладинымъ, процессъ этотъ изображается такъ: если мы возьмемъ формулу бѣлка по Либеркюну ($C_{72}H_{112}N_{18}O_{22}S$) и отнимемъ отъ нея 9 частей аспарагина, то получается остатокъ $C_{36}H_{40}$ (сѣра не принимается въ расчетъ); этотъ остатокъ и подлежитъ окисленію съ образованіемъ углеводовъ, при чемъ должно происходить поглощеніе кислорода, т.-е. отношеніе $\frac{CO_2}{O_2}$ должно быть менѣ единицы; такъ какъ это и въ самомъ дѣлѣ наблюдается, то авторъ и считаетъ углеводы за продукты окисленія бѣлковъ, аспарагинъ за побочный продуктъ при этомъ процессѣ.

Попробуемъ дополнить вышеприведенный расчетъ, пользуясь тѣмъ фактомъ, что кромѣ аспарагина въ нашемъ случаѣ находятся болѣе богатые углеродомъ и водородомъ амидокислоты и что на ихъ долю приходится нѣмало амиднаго азота; поэтому вычтемъ изъ формулы Либеркюна лишь столько частицъ аспарагина, чтобы удалить $\frac{3}{5}$ всего азота, что въ нашемъ случаѣ представляетъ 11 атомовъ и соответствуетъ $5\frac{1}{2}$ частицамъ аспарагина (такъ какъ мы пишемъ только схему, а не химическое уравненіе, то въ нижеслѣдующей дробѣ не устранены):



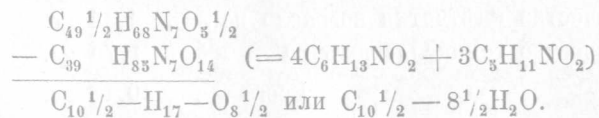
Остальные 7 атомовъ азота удалимъ въ сопровожденіи такого числа атомовъ другихъ органогеновъ, какое будетъ соответствовать смѣси лейцина и амидовалерьяновой кислоты. Въ какой пропорціи они смѣшаны, мы точнѣ

*) Landw. Jahrbücher 1892, 113.

**) l. c.

***) Jahresbericht f. Agriculturchemie 1889, 113.

не знаемъ, знаемъ лишь, что лейцинъ преобладаетъ въ смѣси; но въ виду того, что лейцинъ и амидовалерьяновая кислота разнятся по составу лишь на одну группу CH_2 и въ виду схематичности расчета позволимъ себѣ допущеніе, что на 4 части лейцина приходится 3 части амидовалерьяновой кислоты; тогда имѣемъ:



Если ввести въ реакцію воду, то остаткомъ будетъ только $C_{10}\frac{1}{2}$. Это, во-первыхъ, *значительно менѣ*, нежели въ схемѣ Палладина, а во-вторыхъ нашъ остатокъ *не нуждается въ окисленіи*, чтобы быть обращеннымъ въ углеводъ: *достаточно простой гидратации* *).

Углеводы такимъ образомъ могутъ быть и продуктомъ гидратации бѣлковъ, а не окисленія ихъ. Замѣтимъ, впрочемъ, что самое образованіе углеводовъ при распаденіи бѣлковъ является не строго установленнымъ и пока не сдѣлано количественнаго учета *всѣхъ* продуктовъ распаденія, мы не можемъ еще судить о величинѣ углероднаго остатка, могущаго пойти на образованіе углеводовъ. Можно бы даже предположить, что этого остатка совсѣмъ не получается, что весь углеродъ потребляется на образованіе богатыхъ имъ амидосоединеній; мы упоминали, что Schulze выдѣлилъ изъ ростковъ Vicia небольшія количества фениль-амидопропіоновой кислоты и открылъ слѣды тирозина. Но все же такое предположеніе кажется несовсѣмъ вѣроятнымъ, вотъ почему: еслибы распаденіе бѣлковъ при прорастаніи было простымъ расщепленіемъ (сопровождаемымъ гидратаціей) на амидосоединенія, то можно бы представить обратную регенерацію бѣлка изъ продуктовъ его распаденія *безъ ассимиляціи*; а изъ упомянутого выше опыта Пфеффера нужно заключить, что такая регенерація невозможна: люпины, росшіе на на свѣту, но лишеныя возможности усвоить, накопили массу аспарагина.

Поэтому скорѣе можно думать, что вышеупомянутый углеродный остатокъ существуетъ и вѣроятно подлежитъ окисленію; но если изъ него образуются углеводы, то нѣтъ нужды непременно предполагать, что они возникаютъ путемъ окисленія.

Наблюденія надъ распаденіемъ бѣлковъ въ растеніяхъ, помѣщенныхъ въ безкислородную среду, могло бы помочь разобраться въ этомъ вопросѣ; къ сожалѣнію, авторы, работавшіе по этому вопросу (Палладинъ, Клаузенъ, Детмеръ), не пришли къ согласнымъ результатамъ.

Еслибы методы количественнаго опредѣленія составныхъ частей растенія были лучше разработаны, то одинъ детальный учетъ прихода и расхода

*) У Vicia Faba по моимъ опредѣленіямъ (см. ниже гл. II) на аспарагинъ приходится лишь 45—50% амиднаго азота, слѣдов. данный случай еще рѣзче отклоняется отъ схемы Палладина. Къ сожалѣнію для этого растенія мы не имѣемъ такого тщательнаго качественнаго изслѣдованія азотистыхъ продуктовъ, какое далъ Шульце для Vicia sativa.

углеводовъ при прорастаніи долженъ бы уже рѣшить вопросъ о томъ, дали бѣлки матеріалъ для образованія углеводовъ. Въ нашемъ случаѣ же лишь приблизительно намѣчается, какъ видно изъ нижеслѣдующихъ цифръ для 100 гр. сѣмянъ:

На дыханіе было потрачено	34,09 gr.
Количество клѣтчатки возрасло на	4,34 gr.
Количество гемицеллюлезъ на	1,70 gr.
<u>Всего</u>	<u>40,13 gr.</u>

Если мы перечислимъ всѣ бывшіе на-лицо углеводы на крахмалъ, то получимъ 36,61 гр.; слѣдовательно, не хватаетъ 3,52 гр. Расчетъ показываетъ, что бѣлки могутъ дать по приведенной нами выше схемѣ 16% углеводовъ въ видѣ глюкозы, слѣд. 14,4% въ видѣ крахмала; это составитъ 4,10 гр., т.-е. величину лишь немного превышающую вышеупомянутый недостатокъ углеводовъ.

Остановимся въ заключеніе еще на одномъ соотношеніи.

Саксе и Детмеръ показали, что есть связь между количествомъ испарившаго крахмала и потерей вѣса въ слѣдствіе дыханія; для гороха это отношеніе по ихъ анализамъ равно 1 : 1,2 *). Въ нашемъ случаѣ мы имѣемъ слѣдующее:

	I	II	III	IV
1. Потеря вѣса	15,98	24,26	30,36	34,09
2. Трата углеводовъ (перечислено на крахмалъ)	17,25	26,02	33,25	36,61
2. въ % отъ 1 :	107,9	107,3	107,7	107,9

Слѣдовательно, отношеніе сохраняется съ замѣчательнымъ постоянствомъ.

Приведенные въ этой главѣ анализы даютъ намъ картину измѣненій въ химическомъ составѣ этиолированныхъ растений *Vicia sativa* за 40 дней воспользуемся ими, чтобы изобразить ходъ всего процесса графически.

Въ предыдущемъ упомянуты были слѣдующія опредѣленія:

	0	I	II	III	IV
	% - ное содержаніе:				
Общее количество азота	5,07	5,91	6,29	6,88	7,41
Азотъ бѣлковыхъ веществъ	4,56	2,91	2,24	2,05	2,15
Азотъ амидосоединеній	0,35	2,41	3,65	4,45	4,94
Азотъ органическихъ основаній и пептоновъ	0,29	0,56	0,46	0,30	0,30
Азотъ аспарагина	0,07(?)	1,40	2,16	2,69	3,16
Азотъ въ непереваримомъ остаткѣ	0,48	0,44	0,47	0,53	0,51
Азотъ амміака	0,00	0,05	0,04	0,02	—
Лецитинъ	1,04	0,58	0,54	—	—

*) См. Detmer, Vergleichende Physiologie d. Keimungsprocess, 330.

	0	II	III	IV
	% - ное содержаніе.			
Эфирная вытяжка	0,80	1,56	1,58	1,62
Общее количество углеводовъ (въ видѣ глюкозы)	47,61	33,51	24,57	15,44
Углеводы, растворимые въ водѣ	5,59	10,44	10,17	9,09
Глюкоза	0,00	2,90	0,00	0,00
Крахмалъ	37,82	20,76	12,96	5,71
Клѣтчатка	6,64	9,17	12,13	13,98
Гемицеллюлезы	2,35	—	3,82	—
Зола	3,27	3,90	4,36	4,66

Въ виду того, что мы имѣемъ дѣло съ постояннымъ уменьшеніемъ вѣса, предыдущія величины не могутъ быть сравниваемы между собой непосредственно; удобнѣе взять 100 граммъ сѣмянъ и прослѣдить судьбу отдѣльныхъ веществъ ихъ составляющихъ, выражая ихъ количество въ граммахъ же. Это и сдѣлано въ слѣдующей таблицѣ, при чемъ для вычисленія количества бѣлковъ, взятъ былъ обычный коэффициентъ, для амидокислотъ коэффициентъ взятъ былъ средній между коэффициентами, соответствующими лейцину и амидовалерьяновой кислотѣ; для группы органическихъ основаній было допущено, что имѣемъ дѣло съ однимъ лишь холиномъ, пептоны же не были приняты во вниманіе.

	0	I	II	III	IV
	г р а м м ы.				
Бѣлковые вещества	28,50	15,28	10,60	8,84	8,86
Аспарагинъ	(0,32)	5,54	7,86	8,27	9,92
Амидокислоты	(2,52)	7,63	10,19	10,90	10,57
Органич. основанія	2,25	3,52	2,62	1,55	1,50
Крахмалъ	37,82	17,44	9,93	3,94	2,59
Растворимые углеводы	5,59	8,75	7,67	6,27	4,05
(Въ томъ числѣ глюкозы):	0	(2,43)	0	0	0
Жиры	0,80	1,31	1,20	1,11	1,07
Клѣтчатка	6,64	7,70	9,15	9,65	10,98
Гемицеллюлезы	4,70	5,25	5,80	6,10	6,40
Зола	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27
Потрачено на дыханіе	0	15,98	24,26	30,86	34,09
Сумма	92,41	91,67	92,55	91,26	93,30
Остается неопредѣленнымъ	7,59	8,33	7,45	8,74	6,70

Эти данныя нанесены графически на таблицѣ В такимъ образомъ, что каждому веществу соответствуетъ пространство между двумя линіями, разстояніе между которыми пропорціонально числу граммъ.

Повторимъ вкратцѣ результаты, полученные въ вышеописанномъ опытѣ.

Въ теченіе опыта растенія потратили треть своего вѣса на дыханіе. Наблюдались небольшія потери азота, объясняющіяся раствореніемъ бѣлковыхъ веществъ въ водѣ, въ которой намачивались сѣмена.

Бѣлковья вещества разрушались во время прорастанія столь энергично, что къ концу опыта осталось менѣе $\frac{1}{3}$ начальнаго количества; наибольшее количество бѣлка разрушено было въ теченіе десяти первыхъ дней. Количество нуклеина при прорастаніи не увеличилось. Среди продуктовъ распада бѣлка аспарагинъ занимаетъ первое мѣсто по количеству азота, и на него приходится $\frac{3}{8}$; на остальные продукты остается $\frac{2}{8}$ амиднаго азота, а такъ какъ они бѣднѣе азотомъ, то ихъ количество можетъ превышать количество аспарагина. Отношеніе аспарагиноваго азота ко всему амидному азоту слабо (но постоянно) увеличивается съ возрастомъ растенія.

Азотъ осадка, образуемаго фосфорновольфрамовою кислотой, не претерпѣваетъ существенныхъ измѣненій при прорастаніи и количество его велико.

Амміакъ не является продуктомъ распада бѣлковъ при прорастаніи. Количество лецитина убываетъ. Растущія части являются мѣстами скопленія продуктовъ распада бѣлка.

Крахмалъ энергично потребляется, но все же до конца не исчезаетъ. Глюкоза появляется лишь въ первое время, затѣмъ исчезаетъ. Между растворимыми углеводами видное мѣсто занимаетъ тростниковый сахаръ, образующійся при прорастаніи (вѣроятно изъ крахмала). Количество клѣтчатки гемицеллюлезъ возрастаетъ.

Связи между энергіей распада бѣлковъ и потребленіемъ углеводовъ въ смыслѣ теоріи Пфедфера не замѣчается; наблюдается параллелизмъ между процессами дыханія и образованія амидовъ.

Нѣтъ достаточныхъ основаній считать углеводы за продуктъ окисленія бѣлковъ; они могутъ явиться и результатомъ гидратации. Приведенныя анализы показываютъ, что углеводы, образующіеся при прорастаніи могутъ дать около 14% отъ своего вѣса углеводовъ. Между потерей растеній въ вѣсѣ и количествомъ потребленныхъ углеводовъ существуетъ постоянное отношеніе.

Глава II.

Объ отношеніи углеводовъ къ распаденію и регенераціи бѣлковыхъ веществъ въ растеніи.

Послѣ того какъ факты, наблюденные на *Vicia sativa*, еще болѣе подтверждаютъ то, что уже отчасти Шульце высказалъ на основаніи своихъ наблюденій надъ люпинами, сдѣлалъ для меня весьма вѣроятными положенія Буссенго и Оскара Мюллера, интересно было провѣрить опытнымъ путемъ не вызывается ли усиленіемъ притока углеводовъ регенерація аспарагина въ бѣлокъ. Первоначально я полагалъ воспользоваться наблюденіемъ Бема*), что известъ благоприятствуетъ передвиженію углеводовъ изъ сѣменодолей къ растущимъ частямъ; если бы это было такъ и если бы углеводы могли вызывать регенерацію аспарагина въ бѣлокъ, то слѣдовало ожидать, что въ случаѣ прибавки солей извести къ водѣ, въ которой погружены корни растеній, аспарагина должно образоваться меньше, чѣмъ при культурѣ въ дистиллированной водѣ. Сдѣланный опытъ далъ совершенно обратные результаты: известъ усиливала распадненіе бѣлка и накопленіе аспарагина. Но такъ какъ специфическаго вліянія извести на транспортъ углеводовъ я не могъ констатировать, то я считаю опытъ недоказательнымъ и сюда неотносящимся и описываю его ниже (Гл. III). Затѣмъ я обратился къ непосредственному доставленію углеводовъ извнѣ въ растворѣ окружающемъ корни. Какъ уже было упомянуто во введеніи, подобный опытъ былъ сдѣланъ Монтеверде и онъ утверждаетъ, что имъ доказана возможность регенераціи аспарагина подъ вліяніемъ притока углеводовъ. Но въ этомъ нельзя согласиться съ нимъ, какъ мы сейчасъ увидимъ.

Опытъ Монтеверде состоялъ въ слѣдующемъ: однолѣтнія вѣтки сирени при стояніи въ темнотѣ въ дистиллированной водѣ въ теченіе 15 дней накопили массу аспарагина въ стебляхъ и листьяхъ; наоборотъ, такія же вѣтви, будучи погружены въ растворы винограднаго или тростниковаго сахара (6—8%), аспарагина совершенно не содержали, даже послѣ мѣсячнаго стоянія въ темнотѣ; въ нихъ было замѣчено обильное отложеніе крахмала. Подобный же опытъ сдѣланъ былъ съ побѣгами гороха, съ той лишь разницей, что вмѣсто затѣненія возможность усвоенія была устранена другимъ

*) Sitzungsbericht. Akademie d. Wissenschaften Wien 1871, 111.

путемъ, именно растенія помѣщались въ атмосферу свободную отъ кислоты; результатъ былъ тотъ же: въ дистиллированной водѣ накопились крахмалъ, аспарагинъ, крахмала не было, въ растворѣ сахара—наоборотъ наблюдалось отложеніе крахмала, аспарагинъ же отсутствовалъ. Отсюда авторъ заключаетъ, что*) ученіе Оскара Мюллера объ отсутствіи регенерации аспарагина въ бѣлокъ въ темнотѣ опровергается фактами.

Все это было бы совершенно правильно, если бы Надсонъ**) не показалъ, что растенія, погруженные въ 5—10 процентные растворы сахара и глицерина, дѣйствительно отлагаютъ крахмалъ, но они почти прекращаютъ свой ростъ; а стало быть можно думать, что они аспарагина и не образуютъ (вспомнимъ указанія Бородина и Оскара Мюллера, что лишь въ растущихъ органахъ накапливается аспарагинъ). Поэтому опытъ Монтеверде и является недоказательнымъ.

Слѣдовало его поставить иначе, именно сначала вызвать затѣненіе, распаденіе бѣлковъ и накопленіе аспарагина, а потомъ уже такіе, съ жащія аспарагинъ растенія питать углеводами и наблюдать, будетъ ли количество аспарагина уменьшаться, а бѣлка увеличиваться. Тогда при положительномъ результатѣ можно было бы согласиться съ выводами Монтеверде. Именно такой опытъ я и предпринялъ, съ цѣлью ближайшаго ознакомленія съ явленіемъ, на основаніи химическаго изслѣдованія.

Сначала я хотѣлъ взять объектомъ *Vicia sativa*, какъ растеніе ранѣ мною изученное, и вызвать въ этиолированныхъ росткахъ отложеніе крахмала съ помощью глицериноваго раствора; но я не получилъ желаннаго замѣтнаго образованія крахмала, поэтому не анализировалъ этихъ растеній, а взялъ *Vicia faba*, которая была уже испытана Надсономъ съ положительнымъ результатомъ.

Я воспользовался тѣмъ же способомъ водныхъ культуръ, какъ и прежде въ данномъ опытѣ я взялъ 4 сосуда, которые сначала все были наполнены водой; черезъ 10 дней растенія одного сосуда (№ 1-й) были убраны и высушены для анализа (при 70° С.), а въ сосудъ № 2-й вмѣсто воды налить 10% растворъ глицерина, въ сосудъ № 3-й такой же растворъ тростниковаго сахара, № 4-й оставленъ былъ опять съ водой. Растворъ сахара обновлялся каждые 2 дня, глицерина—черезъ 3 дня***).

Вскорѣ же стало замѣтно, что растенія въ растворѣ сахара (№ 3) приостановили ростъ; растенія въ сосудѣ № 2-й (глицеринъ) замедлили свой ростъ также, но далеко не въ той степени, какъ въ предыдущемъ случаѣ; растенія въ сосудѣ № 4 (дист. вода) продолжали энергично расти. Многочисленное изслѣдованіе показало, что сахарный растворъ вызывалъ отложеніе крахмала: іодъ вызывалъ появленіе сплошнаго чернаго цвета

*) Трудъ С.-Петербург. Общ. естеств. XX отд. ботаники, 29.

**) Тамъ же, 73.

***) Все эти растворы заключали также $KH_2PO_4, MgSO_4, CaSO_4$, въ количестве 30/100.

вокругъ сосудистыхъ пучковъ; въ случаѣ глицерина отложеніе крахмала было очень слабо *)

Такимъ образомъ, ростъ и отложеніе крахмала были прямо противоположны другъ другу въ разныхъ сосудахъ.

Черезъ 10 дней все растенія были убраны и высушены. Химическому анализу были подвергнуты:

- а) Ростки, развивавшіеся въ дист. водѣ въ теченіе 10 дней.
- б) Ростки бывшіе 10 дней въ водѣ и 10 дней въ 10% растворѣ сахара.
- в) Ростки пробывшіе все 20 дней въ водѣ.

Опредѣлялось общее количество азота, азотъ бѣлковъ, азотъ амидовъ вообще**) и аспарагина въ отдѣльности. (Оригинально, что фосфорновольфрамная кислота даже при стоянціи не вызывала осадка въ фильтратѣ, освобожденномъ отъ бѣлковъ по Штуцеру; нужно думать поэтому, что здѣсь нѣтъ замѣтныхъ количествъ органическихъ основаній, или пептоновъ).

Результаты получились слѣдующіе:

	а.		б.		в.	
	10 дневные ростки (дист. вода).		20 дневн. ростки (10 дн. вода, 10 дней сахаръ).		20 дневные ростки (дист. вода).	
	0/100 отъ сух. вѣщ.	0/100 отъ общ. кол. азота.	0/100 отъ сух. вѣщ.	0/100 отъ общ. кол. азота.	0/100 отъ сух. вѣщ.	0/100 отъ общ. кол. азота.
Азотъ вообще.	4,89	100,00	4,92	100,00	5,73	100,00
Азотъ бѣлковъ.	2,72	55,62	2,65	53,30	2,66	46,41
Азотъ амидосоед.	2,20	44,99	2,37	47,69	3,15	53,59
Азотъ аспарагинъ.	1,00	20,48	1,10	22,02	1,68	29,43

(Мно анализовъ: 15, 16, 17, 33, 34, 35, 65, 66, 67, 81, 82, 83).

Сличая цифры столбцовъ а и б, мы видимъ, что они мало между собою различаются, т.-е. что растенія въ растворѣ сахара почти не измѣнили своего состава: распаденіе бѣлковъ остановилось такъ же, какъ и ростъ; регене-

*) Замѣчу, что и выращенныя въ водѣ растенія все-таки заключали слѣды крахмала.

**) Эти опредѣленія азота были произведены также по Кельдалю, но въ видоизмѣненіи, предложенномъ Беттхеромъ, т.-е. при окисленіи прибавлялась металлическая ртуть, много при отгонкѣ сѣрнистая щелочь не употреблялась; въ случаѣ употребленія цинковой пыли получаются вполне согласные результаты, какъ это видно напр., изъ слѣдующихъ цифръ, полученныхъ мною при проверкѣ способа Беттхера:

	1	2	3	4
Съ прибавкой K_2S .	4,68	2,46	2,18	2,46
Безъ прибавки.	4,75	2,39	2,15	2,47

Если же при отгонкѣ прибавляется цинкъ въ зернахъ, а не въ видѣ пыли, то прибавка сѣрнистой щелочи для разрушенія амидныхъ соединеній ртутіи становится необходимой; безъ этого я наблюдалъ значительныя потери азота.

рации не наблюдается. Цифры столбца с показывают, насколько подвинулось за то же время распадение бѣлка у растений, оставшихся въ дистиллированной водѣ.

На таблицѣ с графически нанесенъ нормальный ходъ распадения бѣлковъ и его измѣненіе подѣ влияніемъ раствора сахара.

И такъ, наше толкованіе опыта Монтеверде подтвердилось: растворъ сахара, останавливая ростъ и задерживая распадение бѣлка, просто какъ консервируетъ растение, но синтеза бѣлка изъ аспарагина и углеводовъ происходитъ.

Конечно, это еще нельзя прямо обобщать и считать окончательно доказаннымъ опытнымъ путемъ, что синтезъ бѣлка въ темнотѣ изъ углеводовъ и аспарагина вообще невозможенъ; такъ какъ могутъ возразить, въ данномъ опытѣ условія очевидно не были нормальны, если ростъ останавливался; но во всякомъ случаѣ вышеприведенное положеніе дѣлаетъ чрезвычайно вѣроятнымъ, разъ только опытъ Монтеверде получаетъ такое толкованіе, нежели данное ему авторомъ.

Но изъ утвержденія, что разъ образовавшійся аспарагинъ въ темнотѣ не можетъ регенерироваться въ бѣлокъ, несмотря на присутствіе углеводовъ въ какой угодно формѣ и какомъ угодно количествѣ, еще не слѣдуетъ, что углеводы остаются безъ влияния на энергію его образования; напротивъ, можно считать установленнымъ, что запасъ углеводовъ замедляетъ разрушеніе бѣлка, какъ бы защищая его. Такъ, Шульце показалъ, что присутствіе азотистыхъ веществъ въ сѣмени къ безазотистымъ опредѣляетъ собой энергію распадения бѣлковыхъ веществъ при проростаніи; напримеръ, если мы возьмемъ сѣмена люпиновъ, бобовъ и хлѣбныхъ злаковъ, то данное отношеніе будетъ измѣняться слѣдующимъ образомъ:

Люпины.	Бобы.	Злаковыя зерновыя.
1:0,54	1:1,8	1:1,5—1,85

Сообразно съ этимъ энергія разрушенія бѣлка измѣняется для этихъ растений слѣдующими числами:

35,0%	23,8%	12—19%.
-------	-------	---------

Полиже мы можемъ провести это сравненіе для люпиновъ и вики, взявъ для первыхъ цифры Шульце*), а для вторыхъ — приведенныя въ нашей I главѣ, тогда процессъ этотъ для обоихъ случаевъ изобразится слѣдующими цифрами:

ЛЮПИНЫ.		ВИКИ.	
Дни.	Колич. оставшагося бѣлка въ % отъ первоначальн.	Дни.	Колич. бѣлка въ % отъ первоначальн.
4	82,2%	10	53,60%
7	54,6%	20	37,09%
12	25,6%	30	31,02
15	17,6%	40	31,09

*) Landw. Jahrb. 1878, стр. 414. Качественно связь эта была установлена и другими.

Такимъ образомъ въ люпинахъ уже къ 12 днямъ разрушено было болѣе бѣлка, чѣмъ въ викахъ въ теченіе 40 дней *).

Напомнимъ, что въ викахъ количество углеводовъ въ 1½ раза превышаетъ количество бѣлковъ, а въ люпинахъ первое вдвое менѣе второго.

Отмѣченное явленіе дѣлаетъ еще болѣе полной аналогію проведенную Буссенго между процессомъ проростанія съ одной стороны и жизнью животного — съ другой. Дѣло въ томъ, что та же самая законность установлена физиологами для животного организма. Такъ, Вольфъ **) пишетъ:

„Отложенный въ животномъ тѣлѣ жиръ уменьшаетъ разрушеніе бѣлка... При этомъ главную роль играетъ не абсолютное количество жира въ тѣлѣ, а скорѣе то отношеніе, въ какомъ онъ находится къ мясу. Доказано, что въ жирномъ тѣлѣ при равномъ количествѣ мяса и одинаковомъ питаніи разрушеніе бѣлка менѣе значительно, чѣмъ въ тѣлѣ тощемъ“. (Стр. 38).

Объ углеводахъ говорится на стр. 40: „Они вызываютъ также уменьшеніе потребленія бѣлка въ тѣлѣ животного, и повидимому еще въ большей мѣрѣ, нежели жиръ“.

Такимъ образомъ и въ животномъ и въ растительномъ организмѣ наличность безазотистыхъ веществъ вызываетъ экономію въ тратѣ бѣлковыхъ веществъ, обуславливая болѣе медленный темпъ процесса разрушенія; но конечные продукты распадения ни въ томъ, ни въ другомъ случаѣ не подлежатъ регенерации въ бѣлокъ, несмотря ни на какое количество безазотистыхъ веществъ.

*) Этимъ быстрымъ потребленіемъ бѣлка и объясняется то обстоятельство, что люпины не могутъ долго жить въ темнотѣ.

**) Fütterungslehre, 1888.

Глава III.

О вліянні солей извести на процесъ проростанія.

Опыты Бема *) показали, что сѣмя не всегда заключаетъ въ себѣ достаточно извести, чтобы развивающееся изъ него растеніе могло испол- вать весь запасный матеріалъ сѣменоделей; такъ, этиологированные ро- Phaseolus multiflorus при культурѣ въ дистиллированной водѣ отмираю- заболѣвая характернымъ образомъ тогда еще, когда сѣменодоли заключа- значительныя количества крахмала. Если же выращивать тѣ же расте- въ водѣ, содержащей соли извести, то они развиваются гораздо лучше; полиѣ используютъ резервныя вещества. Бемъ думалъ объяснить это я- ніе тѣмъ, что известь способствуетъ передвиженію крахмала изъ сѣмено- лей въ ростокъ, а также и въ самихъ росткахъ изъ однихъ частей въ д- гія; основывался онъ при этомъ на своемъ наблюденіи, что въ росткахъ лишенныхъ извести, крахмалъ скопляется лишь въ нижнихъ частяхъ стеб- а въ верхнія онъ неспособенъ проникнуть; тогда какъ въ растеніяхъ, вы- щенныхъ въ растворахъ известковыхъ солей, крахмалъ проникаетъ до в- хушекъ стеблей.

Изучая тотъ же вопросъ, Raumer и Kellermann **) пришли къ ии- выводу. Если бы, говорятъ эти авторы (стр. 36), отмирание побѣга и- исходило вслѣдствіе прекращенія транспорта углеводовъ, то и вса- построеніе новыхъ органовъ должно бы остановиться; между тѣмъ за- чается, что по отмирании верхушки главнаго побѣга начинается раз- тіе боковыхъ побѣговъ; слѣдовательно, нужно предположить, что изве- разъ употребленная въ главномъ побѣгѣ, по отмирании его, переходитъ- нижнія части и тамъ используется при построении боковыхъ побѣговъ. явления, по мнѣнію Raumer'a и Kellermann'a, легче всего объясняются, е- предположить, что известь потребляется при построении клѣточныхъ с- нокъ, при отмирании же ткани она можетъ изъ нея диффундировать.

Либенбергъ ***) повторилъ опыты Бема со многими другими растені- и у многихъ наблюдалъ тѣ же заболѣванія при культурѣ безъ солей из- сти, какъ и у Phaseolus multiflorus; но онъ не замѣтилъ той связи въ

предѣленіи крахмала по растенію съ присутствіемъ или отсутствіемъ изве- сти, которую устанавливалъ Бемъ. По Либенбергу, распределение крахмала подвержено значительнымъ индивидуальнымъ колебаніямъ у экземпляровъ выросшихъ при однихъ и тѣхъ же условіяхъ. Интересно, что Либенбергу удавалось излѣчивать заболѣвшія растенія, смачивая верхушки стеблей сла- бымъ растворомъ какой-нибудь соли извести; имъ же даны опредѣленія изве- сти въ сѣменодоляхъ больныхъ и нормальныхъ растеній; первые оказались бѣднѣе известью.

Въ объясненіи всѣхъ этихъ явленій Либенбергъ не сходится ни съ Бемомъ, ни съ Raumer'омъ и Kellermann'омъ; онъ полагаетъ, что при от- сутствіи извести мѣняются осмотическія свойства протоплазмы и тургоръ исчезаетъ въ мѣстахъ заболѣванія.

Предпринимая свой опытъ по вліянію извести на процесъ проростанія, я, какъ было уже упомянуто, имѣлъ въ виду проверить не будетъ ли изве- сть успивать притокъ углеводовъ къ росткамъ (по Бему), а если это бу- детъ имѣть мѣсто, то не вызоветъ ли этотъ притокъ измѣненія въ ходѣ распада бѣлковыхъ веществъ. Хотя результаты не были таковы, чтобы дать опредѣленный отвѣтъ на поставленные вопросы, но въ виду того, что данныя химическаго анализа (который предыдущими авторами почти не примѣнялся) не безынтересны сами по себѣ, я опишу здѣсь этотъ опытъ.

Матеріалъ полученъ былъ съ помощью такихъ же культуръ, которыя описаны были выше (при этомъ способѣ, благодаря большому числу растеній въ одномъ сосудѣ, исключалось вліяніе индивидуальности, съ которымъ при- ходилось считаться предыдущимъ авторамъ).

Два сосуда наполнены были дистиллированной водой, въ два другіе прибавлено было столько гипса, чтобы концентрація раствора равнялась 1‰. Вскорѣ же вліяніе извести отразилось на внѣшнемъ видѣ растеній: въ сосудахъ съ растворомъ гипса стебли были значительно толще и длиннѣе, нежели въ параллельныхъ сосудахъ съ дистиллированной водой.

Черезъ 20 дней послѣ того, какъ растенія были посажены, опытъ былъ законченъ; при уборкѣ сѣменодоли были отдѣлены отъ ростковъ; тѣ и другіе были высушены и анализированы отдѣльно, поэтому данныя для цѣлыхъ растеній являются результатомъ вычисленій.

Взвѣшиванія и опредѣленія сухого вещества показали, что потеря въ всѣхъ вслѣдствіе дыханія была больше въ томъ случаѣ, когда прибавлялся гипсъ именно въ то время, какъ 100 шт. сѣмянъ содержали 6,0705 gr. сухого вещества, въ томъ же числѣ этиологированныхъ растеній было:

	Въ 1-мъ случаѣ (безъ гипса).	Во 2-мъ случаѣ (съ гипсомъ).
Сухого вещества	4,2897	4,0074 *)
Потеря въ gr.	1,7808	2,0631
Или въ ‰	29,33‰	33,99‰

*) Sitzungsberichte d. Akademie d. Wissenschaften zu Wien 1875 г. LXXI (1 Abth.)

**) Landw. Versuchsst. XXV и XXIX.

***) Названные Sitzungsberichte 1881 г., LXXXIV 1 Abth.

*) Взвѣшивалось въ одномъ случаѣ 763, въ другомъ 738 растеній.

Далѣ, изъ 100 gr. сухого вещества цѣлыхъ растений приходилось

	1-й случай.	2-й случай.
Сѣменодоли	57,64%	39,09%
Ростки	42,36%	60,91%

Слѣдовательно, сѣменодоли отдали растущимъ частямъ въ случаѣ гипсомъ почти въ 1½ раза болѣе вещества, чѣмъ безъ него; это преобладаніе растущихъ частей надъ сѣменодолями очевидно и обусловило большую трату вещества во второмъ случаѣ.

Переходимъ къ разсмотрѣнію химическаго состава растений.

Содержаніе углеводовъ опредѣлено было лишь суммарно (т. е. безъ различенія на крахмалъ и растворимые углеводы, возстановляющіе ферментивную жидкость непосредственно или послѣ инверсин). Такъ же, какъ въ описанныхъ случаяхъ производилась обработка діастазомъ, кипяченіе соляною кислотой и опредѣленіе глюкозы по вѣсу металлической мѣди. Общее количество углеводовъ выражено въ формѣ крахмала, какъ преобладающее вещество.

Оказалось, что растущія части были одинаково бѣдны углеводами обоихъ случаевъ, какъ это видно изъ слѣдующихъ цифръ.

I рядъ.	II рядъ.
0,45%	0,41%

Слѣдовательно, количество непотребленныхъ углеводовъ въ стеблѣ подъ вліяніемъ извести не измѣнялось.

Обращаясь къ сѣменодолямъ, мы замѣчаемъ большую разницу, какъ впрочемъ слѣдуетъ заключить уже изъ данныхъ взвѣшиванія; вотъ цифръ

I случай (безъ Ca SO ₄)	II случай (+ Ca SO ₄)
32,11%	23,93% крахмала.

Принявши во вниманіе абсолютный вѣсъ сѣменодолей въ томъ и другомъ случаѣ, и выразивши тѣ же величины въ процентахъ отъ начального вѣса сѣмянъ, получимъ вмѣсто названныхъ (несравнимыхъ) цифръ слѣдующія, точнѣе характеризующія потребленіе углеводовъ въ томъ и другомъ случаѣ:

13,43%	6,17%.
--------	--------

Слѣдовательно, въ первомъ случаѣ осталось на лицо *вдвое болѣе* углеводовъ, нежели во второмъ.

Но дѣйствіе извести не было одностороннимъ въ этомъ отношеніи, такъ какъ *точно также ускорено было и передвиженіе азотистыхъ веществъ*, какъ это мы сейчасъ увидимъ.

Кромѣ общаго количества азота въ росткахъ и сѣменодоляхъ, и здѣсь опредѣлено было количество бѣлковаго азота, азота въ осадкѣ отъ фосфорновольфрамовой кислоты и азота въ фильтратѣ отъ этого осадка, причемъ часть азота считалась принадлежащей амидосоединеніямъ (изъ коихъ азота аспарагинъ опредѣлялся отдѣльно). Результаты анализовъ были слѣдующіе:

	I случай (— Ca SO ₄).		II случай (+ Ca SO ₄).	
	Сѣменодоли.	Ростки.	Сѣменодоли.	Ростки.
Общее количество N	4,12	9,59	3,59	9,07
Бѣлковый N	2,26	2,72	1,83	2,73
Амидный N	1,55	5,58	1,59	5,31
N органич. осн.	0,30	1,24	0,24	0,96
N аспарагина	0,60	3,67	0,47	3,56

(№№ анализовъ 8, 9, 10, 11, 25, 26, 27, 28, 42, 43, 44, 45, 57, 58, 59, 60, 72, 73, 74, 75).

Эти цифры (а также и вышеприведенныя данныя по содержанію углеводовъ) показываютъ, что въ то время какъ составъ сѣменодолей при культурахъ съ гипсомъ и безъ него существенно различенъ, составъ ростковъ почти одинаковъ въ томъ и другомъ случаѣ.

Если мы сдѣлаемъ расчетъ, сколько азота заключается въ нашихъ растенияхъ, то найдемъ, что въ I-мъ случаѣ содержаніе его равно 6,43%, а во второмъ — 6,93%. Эта разница въ содержаніи азота зависитъ очевидно отъ различной энергіи дыханія, такъ какъ величина ея соотвѣтствуетъ той разницѣ въ вѣсѣ растений, которую мы выше отмѣтили (вѣсъ растений выращенныхъ безъ Ca SO₄ больше на 7,2%, а содержаніе азота въ растенияхъ выращенныхъ съ Ca SO₄ выше на 7,9%).

Примемъ общее количество азота въ растенияхъ за 100, и выразимъ для обоихъ случаевъ въ процентахъ количества азота, приходящіяся на долю различныхъ группъ азотистыхъ соединений, нами установленныхъ при анализѣ. Получается такая картина распредѣленія азота:

	I случай (— Ca SO ₄).			II случай (+ Ca SO ₄).		
	Сѣменодоли.	Ростки.	Цѣлое растение.	Сѣменодоли.	Ростки.	Цѣлое растение.
Общее колич. N	36,87	63,13	100,00	20,25	79,75	100,00
N бѣлковъ	20,23	17,85	38,08	10,32	23,99	34,31
N амидосоединеній	13,87	36,70	50,57	8,91	46,67	55,58
N орг. основаній	2,84	8,16	11,00	1,21	8,45	9,66
N аспарагина	5,37	24,12	29,49	2,68	31,29	33,97

Какъ видно изъ цифръ въ сѣмянодоляхъ растений, получившихъ Ca SO₄, осталось вдвое менѣе бѣлковыхъ веществъ, нежели въ параллельныхъ имъ культурахъ съ дистиллированной водой. Отчасти это возмѣщается большимъ количествомъ бѣлковыхъ веществъ въ росткахъ, но не вполне — общій процентъ бѣлковыхъ веществъ пониженъ, процентъ амиднаго азота соотвѣтственно увеличенъ.

Сѣрнокислая известь повышала слѣдовательно энергію роста, дыханія и распаденія бѣлковыхъ веществъ, какъ бы переводя растение въ слѣдующую, болѣе позднюю стадію развитія, но не оказывая никакого замѣтнаго специфическаго дѣйствія на ту или другую изъ составныхъ частей сѣмени, не измѣняя общаго характера превращеній.

Отсюда мы должны еще заключить, что та послѣдовательность въ рас-

паденіи бѣлковыхъ веществъ и потребленіи углеводовъ, которую мы въ наблюдали на культурахъ въ дистиллированной водѣ, не представляетъ собой чего-либо аномальнаго, возникшаго при условіяхъ исключительныхъ.

Мы уже воспользовались выше (стр. 23 ~~170~~) цифрами даннаго опыта чтобы показать, что аспарагинъ скопляется главнымъ образомъ въ росткахъ въ сѣменодоляхъ же его очень мало; отмѣтимъ теперь еще одно обстоятельство; именно, если мы выразимъ азотъ аспарагина въ процентахъ отъ общаго азота амидовъ отдѣльно для ростковъ и сѣменоделей, то получимъ слѣдующія величины:

	— Ca SO ₄	+ Ca SO ₄
Сѣмена	32,2%	29,5%
Ростки	65,8%	67,0%

Опять, слѣдовательно, какъ и въ люпинахъ, продукты распада бѣлковъ въ росткахъ и сѣменодоляхъ находятся не въ одномъ и томъ же отношеніи: на аспарагинъ въ росткахъ приходится вдвое большая доля отъ общаго амиднаго азота нежели въ сѣменодоляхъ. Трудно конечно для этого явленія подыскать подходящее объясненіе; но во всякомъ случаѣ фактъ относится также къ говорящимъ противъ возрѣнія на аспарагинъ, какъ къ веществу специально предназначенное для транспорта и регенерации бѣлковъ въ росткахъ.

Глава IV.

Продукты распада бѣлковъ, какъ составныя части нормально развивающихся растений.

Считается установленнымъ, что продукты распада бѣлка, накопившіеся при прорастаніи, подъ влияніемъ свѣта (точнѣе вызваннаго имъ усвоенія) регенерируются въ бѣлокъ и потому аспарагинъ постепенно исчезаетъ съ развитіемъ растенія. Но установлено это лишь на основаніи микроскопическихъ наблюденій; а микроскопъ можетъ указывать намъ лишь на концентрацію раствора аспарагина въ клѣточномъ сокѣ; такъ что если представить, что въ слѣдствіе увеличенія растительной массы то же количество аспарагина распредѣляется на большее количество клѣточного сока, то мы и будемъ имѣть тѣ явленія, какія показываетъ микроскопъ, т.-е. постепенное уменьшеніе содержанія аспарагина по мѣрѣ роста.

Для рѣшенія вопроса необходимо прибѣгнуть къ количественному опредѣленію, и, страннымъ образомъ, до сихъ поръ этимъ путемъ никѣмъ потребленіе аспарагина не констатировано.

Есть лишь неудачныя попытки принадлежащія Шульце. Его опытъ состоялъ въ слѣдующемъ:

Люпины культивировались въ прокаленномъ пескѣ и до 10-дневнаго возраста находились въ темнотѣ; тогда взята была проба для анализа, а остальные растенія выставлены на свѣтъ (помѣщены на южномъ окнѣ комнаты) и имѣли растворомъ необходимыхъ солей (кромѣ азотосодержащихъ). Черезъ три недѣли пребыванія на свѣту растенія эти убраны и анализированы; количество сухого вещества возросло за это время болѣе чѣмъ въ 1½ раза (165%); и тѣмъ не менѣе общее количество аспарагина не уменьшилось, а увеличилось; количество же бѣлка все-таки увеличилось на счетъ остальныхъ амидосоединеній, какъ это видно изъ слѣдующихъ цифръ.

Изъ общаго количества азота приходится:

	Въ зрѣл. растеніяхъ.	Въ зеленыхъ растеніяхъ.	Разность.
На бѣлки	25,2%	33,2%	+ 8,0%
На аспарагинъ	34,5%	42,0%	+ 7,5%
На остальные амидосоединенія	40,6%	24,8%	- 15,8%

Можно такимъ образомъ и подозрѣвая какую-нибудь источ-

ней въ развитомъ растеніи, остановимся нѣсколько на качественномъ составѣ амидной смѣси, а также и на нѣкоторыхъ другихъ азотистыхъ неорганическихъ составныхъ частяхъ нормальныхъ растеній.

По качественному составу амидной смѣси, находящейся въ зеленыхъ растеніяхъ, мы имѣемъ опять таки работу Шульце, который, изслѣдовавъ виковое сѣно, открылъ въ немъ аспарагинъ, а также вернинъ и тѣла ксантиновой группы*).

Въ виду того, что это изслѣдованіе относилось именно къ сѣну, которое въ зависимости отъ условій сушки можетъ подвергнуться тѣмъ или инымъ измѣненіямъ въ составѣ (и какъ разъ можетъ имѣть мѣсто накопленіе аспарагина при затѣненіи свѣже-срѣзанной травы и достаточной влажности), я счелъ небезынтереснымъ попробовать выдѣлить аспарагинъ (а также возможности и другія амидосоединенія) изъ растеній свѣжихъ или тотчасъ по уборкѣ высушенныхъ въ лабораторіи въ разныхъ стадіяхъ развитія, также попробовать произвести и нѣкоторыя количественныя опредѣленія.

Матеріалъ для этой части работы былъ полученъ слѣдующимъ образомъ: сѣмена вики (тождественныя съ тѣми, которыя послужили для опытовъ по этиоляціи) высѣяны были на неудобренной, довольно тощей почвѣ. Счастью во время появленія всходовъ, черезъ каждыя три недѣли бралась порція для изслѣдованія, при чемъ растенія вынимались по возможности съ корнями***), земля отмывалась струей воды и растенія высушивались въ простомъ шкафу при 70° С. Высушиванью не подвергалась лишь порція предназначенная для испытанія на аспарагинъ, которая тотчасъ же перерабатывалась слѣдующимъ образомъ:

Растенія разрѣзывались на части около двухъ сантиметровъ длиной и извлекались водой при слабомъ нагрѣваніи (около 50°), экстрактъ затѣмъ очищался свинцовымъ уксусомъ и обрабатывался азотнокислой окисью ртути, которая осаждаетъ аспарагинъ (вмѣстѣ съ тѣлами ксантиновой группы и верниномъ). Осадокъ разлагался сѣрводородомъ, фильтратъ нейтраллизовался и осторожно выпаривался на водяной банѣ, при прибавленіи небольшихъ количествъ раствора углекислаго аммонія по мѣрѣ надобности. Дальнѣйшее сгущеніе раствора и кристаллизація происходила въ эксиккаторѣ надъ сѣрною кислотой.

Въ растеніяхъ 3-хъ и 6-ти недѣльнаго возраста первыми выдѣлялись кристаллы аспарагина и затѣмъ уже вернинъ (являющійся подъ микроскопомъ въ видѣ длинныхъ иглообразныхъ кристалловъ); въ растеніяхъ же 9-ти недѣльныхъ (которыя уже зацвѣтали) сначала выдѣлился вернинъ, а послѣ него аспарагинъ; такъ что, повидимому, количество вернина съ возрастомъ увеличилось.

Что вышеназванные кристаллы представили дѣйствительно аспарагинъ

*) Landw. Versuchsstationen XXXIII.

**) Въ этой части работы мнѣ оказали существенную помощь кромѣ прежнихъ изслѣдованій проф. Шульце еще и личныя его указанія.

***) На корняхъ замѣчались обычные для мотыльковыхъ клубеньки.

показали (кромѣ внѣшняго вида) опредѣленія кристаллизаціонной воды, которыя дали слѣдующія числа:

3-хнедѣлн. р.	6-ти нед. р.	9-ти нед. р.
12,09%	12,03%	12,06%

Что весьма близко къ требуемому по расчету 12,00%.

Итакъ, аспарагинъ не исчезаетъ еще ко времени цвѣтенія, хотя, конечно, полученныя количества его были ничтожно малы сравнительно съ переработанной массой вещества (см. результаты количественнаго анализа). Этимъ и объясняется отрицательный результатъ, полученный Пастеромъ съ виками же при простомъ выпариваніи экстракта*).

Въ жидкости, оставшейся послѣ выдѣленія аспарагина, можно было предполагать присутствіе тѣлъ ксантиновой группы; дѣйствительно, амміачный растворъ окиси серебра давалъ осадокъ съ этой жидкостью.

Для качественного изслѣдованія на амидокислоты употреблены были лишь растенія первой стадіи (трехнедѣльныя). Высушенный матеріалъ въ количествѣ приблизительно 800 gr. (въ воздушно-сухомъ состояніи) извлекался при нагрѣваніи 95°-нымъ спиртомъ. Затѣмъ спиртъ былъ отогнанъ, а остатокъ извлеченъ водой. Очищенный свинцовымъ уксусомъ экстрактъ обрабатывался сѣрводородомъ для удаленія свинца и затѣмъ выпаривался до сиропообразнаго состоянія. При долгомъ стояніи въ этомъ сиропѣ показались желтоватыя выдѣленія, которыя были отдѣлены и растворены въ спиртовомъ растворѣ амміака. Профильтрованная жидкость дала при стояніи надъ сѣрною кислотой бѣлый осадокъ, который походилъ на лейцинъ. Предположеніе, что это былъ именно лейцинъ, подтвердилось слѣдующимъ: при осторожномъ нагрѣваніи вещество давало бѣлый возгонъ, при чемъ появлялся характерный запахъ (амиламина); затѣмъ водный растворъ этого вещества при нагрѣваніи растворялъ гидратъ окиси мѣди, давая синюю жидкость; при охлажденіи вещество выдѣлялось въ соединеніи съ мѣдью. Для анализа вещества не было достаточно, такъ что можно лишь съ большой вѣроятностью предполагать, что мы имѣемъ дѣло съ лейциномъ.

Мы уже видѣли, что Шульце нашелъ въ этиолированныхъ росткахъ *Vicia sativa* изъ органическихъ основаній холинъ, бетаинъ и гуанидинъ; интересно было поискать ихъ и въ зеленыхъ растеніяхъ. Для качественного изслѣдованія на органическія основанія взяты были растенія въ 4-хнедѣл. возрастѣ. Высушенное и измельченное вещество (около 1 kgr.) извлекалось водой при нагрѣваніи, экстрактъ очищался свинцовымъ уксусомъ, а свинецъ удалялся сѣрною кислотой, прибавляемой по каплямъ. Фильтратъ отъ сѣрнокислаго свинца обрабатывался растворомъ фосфорновольфрамовой кислоты. Образовавшійся осадокъ промывался на фильтрѣ водой, подкисленной сѣрною кислотой и отжимался между пропускной бумагой. Затѣмъ осадокъ этотъ растирался въ ступкѣ съ известковымъ молокомъ для выдѣленія основаній, растворъ отфильтровывался и изъ него удалялась известь токомъ углекис-

*) Annales de chimie et de physique, 1851 г., 70—71 стр.

слоты; фильтратъ отъ углекислаго кальція нейтрализованъ соляной кислотой и выпаривался. Остатокъ отъ выпариванія извлекался 95° алкоголемъ къ вытяжкѣ прибавлялся алкогольный растворъ сулемы, вызвавшій выдѣленіе бѣлаго аморфнаго осадка, а при стояніи и кристалловъ.

Выдѣляются при такихъ условіяхъ должны двойныя соли холина и бетаина, если же есть гуанидинъ, то онъ долженъ остаться въ растворѣ. При отсутствіи этихъ тѣлъ и удалось съ большою вѣроятностью подтвердить. Для этого поступлено было слѣдующимъ образомъ.

Осадокъ двойныхъ солей съ сулемой былъ растворенъ въ водѣ и перекристаллизованъ изъ нея; затѣмъ онъ былъ разложенъ сѣроводородомъ при выпариваніи фильтрата получились хлористыя соли органич. оснований. Такъ какъ солянокислый холинъ отличается отъ солянокислаго бетаина растворимостью въ холодномъ абсолютномъ спиртѣ, то этотъ послѣдній былъ употребленъ для извлечения холина.

Экстрактъ давалъ съ хлороплатинатомъ обильный осадокъ, который при перекристаллизаціи выдѣлилъ оранжевокрасныя кристаллы; кристаллы эти, по раствореніи, разложеніи сѣроводородомъ и выпариваніи, дали вещество, расплывающееся на воздухѣ и кромѣ того дающее слѣдующія реакціи: фосфорновольфрамовая кислота вызываетъ образованіе бѣлаго осадка фосфорномолибденовая—желтаго, растворъ іода въ іодистомъ кали—коричневаго, растворъ двойной іодной соли ртути и калия—желтаго кристаллическаго осадка. Желтый кристаллическій осадокъ, вызванный хлорнымъ золотомъ, растворялся при нагрѣваніи. Дубильная кислота осадка не давала.

Все это реакціи солянокислаго *холина*, какъ онѣ были описаны Шульце *).

Остатокъ отъ извлечения холоднымъ абсолютнымъ спиртомъ обработанъ былъ кипящимъ 95° спиртомъ и экстрактъ послѣ выпариванія и стоянія подъ эксиккаторомъ далъ кристаллы, не расплывающіеся на воздухѣ. Растворъ этого вещества давалъ съ двойной іодной солью ртути и калия бѣловатый осадокъ, растворяющійся въ избыткѣ реактива, но при треніи стеклянной палочкой по стѣнкамъ сосуда выдѣляются желтыя игольчатыя кристаллы; остальные реакціи сходны съ холиномъ.

Такъ ведетъ себя солянокислый *бетаинъ* (см. Schulze l. c.).

Обратимся теперь къ оставленному нами спиртовому раствору, отфильтрованному отъ двойныхъ солей сулемы съ холиномъ и бетаиномъ. Съ нимъ было поступлено слѣдующимъ образомъ.

Спиртъ удалялся выпариваніемъ, остатокъ извлекался водой и водный растворъ обрабатывался сѣроводородомъ. Фильтратъ отъ сѣрнистой ртути по удаленіи H₂S опять обрабатывался фосфорновольфрамовой кислотой и осадкомъ были повторены всѣ вышеописанныя операціи, съ тою лишь разницей, что при нейтрализаціи (послѣ удаленія извести углекислотой) употре-

*) См. наприм., Шульце: Франкфуртъ и Винтерштейнъ, Landw. Versuchstationen XLVI B.

блялась не соляная, а азотная кислота, чтобы получить предполагаемый гуанидинъ въ видѣ азотнокислой соли; затѣмъ обычнымъ путемъ растворъ сгущался и ставился подъ эксиккаторъ, гдѣ онъ и высохъ до состоянія сиропа, въ которомъ выдѣлились кристаллы. Кристаллы были очищены раствореніемъ въ спиртѣ, удаленіемъ этого послѣдняго и извлеченіемъ водой; въ водномъ растворѣ основаніе осаждено въ видѣ щавелевокислой соли (безцв. кристаллы). Выдѣленное изъ этой соли известью основаніе дало съ Несслеровымъ реактивомъ бѣлый осадокъ, хлорное золото вызывало образованіе желтыхъ игольчатыхъ кристалловъ. Будучи обработано бромноватокислымъ натромъ, испытуемое вещество проявило обильное развитіе газа (гуанидинъ при этихъ условіяхъ разлагается, выдѣляя азотъ).

Все это позволяетъ заключить, что мы имѣли дѣло дѣйствительно съ *гуанидиномъ*.

Такимъ образомъ и зеленыя растенія, какъ и этиолированныя рядомъ съ амидосоединеніями (аспарагиномъ, лейциномъ) содержатъ и органическія основанія (холинъ, бетаинъ и гуанидинъ).

Что касается количественныхъ опредѣленій, то и здѣсь было прослѣжено распредѣленіе азота по разнымъ группамъ соединеній, при чемъ употребленные методы были всѣ тождественны съ ранѣе описанными. Поэтому переходу прямо къ результатамъ, которые выражаются слѣдующими числами:

	0	I	II	III	IV
	Сѣмена.	Растенія 3-тиед. воз- раста.	Растенія 6-тиед. возраста.	Растенія 9-тиед. возраста.	Растенія 12-тиед. возраста.
Общее количество азота	5,07	4,59	3,33	2,93	(2,81*)
Азотъ бѣлковъ	4,56	3,44	2,65	2,26	2,06
Азотъ амидосоединеній	0,29	0,88	0,59	0,53	0,51
Азотъ органич. оснований	0,35	0,34	0,24	0,26	0,24
Азотъ аспарагина	0,07(?)	0,54	0,14	0,13	0,14
Жировые вещества (эфирная вытяжка)	0,80	3,46	2,70	2,60	1,95
Лецитинъ	1,04	0,74	0,66	0,37	0,35

(№№ анализовъ: 12, 13, 14, 29, 30, 31, 32, 46, 47, 48, 49, 61, 62, 63, 64, 76, 77, 78, 79, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108).

Выражая, какъ ранѣе, количество азота, приходящагося на доли отдѣльныхъ группъ въ процентахъ отъ всего азота, имѣемъ:

	0	I	II	III	IV
Бѣлковый азотъ	89,92	74,93	79,58	77,13	73,05
Амидный азотъ	6,90	19,13	17,72	18,09	18,26
Азотъ органич. оснований	5,79	7,39	7,20	8,96	8,74
Азотъ аспарагина	?	11,74	4,27	4,33	4,96

*) Это число получено не прямымъ опредѣленіемъ, а суммированіемъ слѣдующихъ трехъ величинъ.

Какъ видно изъ этихъ чиселъ, на бѣлки приходится около $\frac{3}{4}$ всего азота, а на амидосоединенія нѣсколько менѣе $\frac{1}{3}$. Эти двѣ группы, также какъ азотъ органическихъ основаній, мало измѣняются съ возрастомъ въ своихъ общихъ количествахъ; одна изъ составныхъ частей амидной группы, аспарагинъ, проявляетъ существенныя колебанія: въ то время, какъ въ первой стадіи на аспарагинъ приходится около 60% амиднаго азота (подобно тому что мы видѣли въ этиолированныхъ росткахъ), впоследствии это вещество оказывается подавленнымъ массой остальныхъ амидосоединеній, очевидно вновь образовавшихся: если мы примемъ во вниманіе вѣсъ *) растений 3-хъ и 9-ти нед. возрастъ, то окажется, что абсолютное количество амиднаго азота болѣе, чѣмъ утроилось за 6-ти недѣльный промежутокъ.

Что касается аспарагина, то для него по этимъ опредѣленіямъ вычисляется для III возраста абсолютное количество никакъ не меньшее, чѣмъ для I-го возраста; но было слишкомъ смѣло, полагаясь на это, утверждать, что въ дѣйствительности онъ совершенно не былъ потребленъ, такъ какъ найденныя количества его слишкомъ малы, чтобы быть совершенно точными, а при подобномъ разчетѣ колебанія во второй десятичной уже рѣшаются дѣлами.

Отмѣтимъ еще, что содержаніе лецитина при нормальномъ развитіи растений падаетъ точно также, какъ и при ростѣ въ темнотѣ.

Итакъ, изъ фактовъ, приведенныхъ въ этой главѣ видно, что и въ этиолированныхъ и зеленыхъ растеніяхъ всрѣчаются одни и тѣ же азотистыя соединенія (тѣ же амидосоединенія, тѣ же органическія основанія), что разница въ составѣ тѣхъ и другихъ, насколько мы ее знаемъ, не качественная, а количественная.

Аналитическое приложеніе.

Опредѣленія общаго количества азота по Кіельдалю.

№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Число куб. см. $\frac{1}{10}$ нормальной сѣрной кислоты, высвѣженныхъ при отгонкѣ аммиака.	Соответствующее количество азота въ миллиграммахъ.	Количество азота въ % отъ навѣски.	Среднее изъ отдѣльныхъ опредѣленій.	% сухого вещества въ навѣсѣ.	Процентное содержаніе азота въ сухомъ веществѣ.	
A. Vicia sativa.									
1	Сѣмена.	a)	1,9782	66,0	91,00	5,15	5,07	100,00	5,07
		b)	1,5490	55,0	77,00	4,98			
		c)	1,4475	52,5	73,50	5,08			
2	Этиолированныя растенія I возраста.	a)	0,9055	35,5	49,00	5,41	5,38	90,99	5,91
		b)	0,6930	26,5	37,10	5,35			
3	Тоже II возраста.	a)	1,0000	49,7	58,10	5,81	5,81	92,40	6,29
		b)	1,0000	49,8	58,10	5,81			
4	» III возраста.	a)	1,4780	68,5	95,90	6,42	6,44	93,63	6,88
		b)	0,7810	36,0	50,40	6,47			
5	» IV возраста.	a)	1,0000	49,7	69,58	6,96	6,96	92,85	7,47
		b)	1,0000	49,8	69,72	6,97			
6	Сѣменодоли эт. растеній IV возраста.	a)	0,5000	11,5	16,10	3,22	3,22	90,81	3,54
		b)	0,5000	11,5	16,10	3,22			
7	Ростки эт. растеній IV возраста.	a)	0,5000	31,7	44,38	8,87	8,90	89,00	10,00
		b)	0,5000	31,9	44,66	8,93			
8	Сѣменодоли 20-ти дневн. растен., выращенныхъ безъ прибавки CaSO_4 .	a)	0,5000	13,8	19,32	3,86	3,86	92,20	4,12
		b)	0,5000	13,8	19,32	3,86			
9	Сѣменодоли растеній полученныхъ CaSO_4 .	a)	0,5000	11,2	15,68	3,13	3,16	88,06	3,59
		b)	0,5000	11,4	15,96	3,19			
10	Ростки получ. при культурѣ безъ CaSO_4 .	a)	0,5000	30,3	42,42	8,48	8,54	89,02	9,59
		b)	0,5000	30,7	41,98	8,59			
11	Ростки получ. при культурѣ съ прибав. CaSO_4 .	a)	0,5000	29,0	40,60	8,12	8,13	89,57	9,07
		b)	0,5000	29,1	40,74	8,15			
12	Зеленыя растенія 3-нед. возраста.	a)	1,5780	47,1	65,94	4,18	4,21	91,60	4,59
		b)	0,6020	18,3	25,62	4,25			
13	Зеленыя растенія 6-нед. возраста.	a)	1,0000	21,8	30,52	3,05	3,09	93,14	3,33
		b)	1,0000	22,4	31,34	3,13			
14	Зеленыя растенія 9-нед. возраста.	a)	0,7025	14,0	19,60	2,79	2,75	93,76	2,93
		b)	1,3100	25,5	35,70	2,72			
B. Vicia Faba.									
15	Эт. растенія 10-дневнаго возраста, выращенныя въ водѣ.	a)	0,5850	19,4	27,16	4,64	4,69	95,82	4,89
		b)	0,6488	21,8	30,52	4,70			
		c)	0,5082	17,0	23,80	4,68			
		d)	0,6530	22,2	31,08	4,75			
16	Эт. раст. 20-дневн. возр. (10 дн. — въ водѣ + 10 дн. въ раств. сахара).	a)	0,7415	23,8	33,32	4,49	4,49	91,32	4,92
17	Эт. растен. 20-дн. возр. выращенныя въ водѣ.	a)	0,4078	15,5	21,70	5,32	5,30	92,36	5,73
		b)	0,4780	18,0	25,20	5,27			

*) 100 растеній I-го возраста вѣсили около 8 гр., а III-го возраста—около 40 гр.

Определения бѣлковаго азота по Штуцеру.

№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Число куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальной сѣрной кислоты насыщенной при отгонкѣ аммиакомъ.	Соответствующее количество азота въ миллиграммахъ.	Количество азота въ % отъ навѣски.	Среднее изъ отгѣльныхъ определений.	% сухого вещества въ навѣскѣ.	% содержания азота въ сухомъ веществѣ.
A. Vicia sativa.								
18	Сѣмена.	a) 1,8288 b) 1,3835	55,3 42,7	77,42 59,85	4,32 4,23	4,28	93,96	4,3
19	Этиол. раст. I возр.	a) 1,1183 b) 0,9400	20,7 18,2	28,98 25,48	2,59 2,71	2,65	90,99	2,4
20	» » II »	a) 2,0000 b) 1,7380	29,7 25,6	41,58 35,84	2,08 2,06	2,07	92,40	2,3
21	» » III »	a) 1,0000 b) 1,0000	13,5 14,0	18,90 19,60	1,89 1,96	1,92	93,63	2,0
22	» » IV »	a) 1,0000 b) 1,0000	14,5 14,0	20,30 19,74	2,03 1,97	2,00	92,85	2,1
23	Сѣменодоли растений IV возраста.	1,0000	12,0	16,80	1,68	1,68	90,81	1,8
24	Ростки тѣхъ же растений.	1,0000	15,5	21,70	2,17	2,17	89,00	2,4
25	Сѣменодоли растений, получивших CaSO_4 .	a) 1,0000 b) 1,0000	11,5 11,5	16,10 16,10	1,61 1,61	1,61	88,06	1,8
26	Сѣменодоли растений выращенныхъ безъ CaSO_4 .	a) 1,0000 b) 1,0000	14,8 15,1	20,72 21,14	2,07 2,11	2,09	92,20	2,2
27	Ростки получ. при культурѣ съ прибавкой CaSO_4 .	a) 1,0000 b) 1,0000	17,3 17,6	24,22 24,64	2,42 2,46	2,44	89,57	2,7
28	Ростки получ. при культурѣ безъ CaSO_4 .	a) 1,0000 b) 1,0000	17,6 17,0	24,64 23,80	2,46 2,38	2,42	89,02	2,7
29	Зеленныя растения 3-недѣльнаго возраста.	a) 1,0162 b) 0,7543	23,0 17,0	32,20 23,80	3,16 3,15	3,15	91,60	3,4
30	Зеленныя растения 6-недѣльнаго возраста.	a) 0,8446 b) 1,2557	14,8 22,5	20,72 31,50	2,45 2,50	2,47	93,14	2,6
31	Зеленныя растения 9-недѣльнаго возраста.	a) 1,3090 b) 1,2120	19,8 18,5	27,72 25,90	2,12 2,13	2,12	93,76	2,2
32	Зеленныя растения 12-недѣльнаго возраста.	a) 1,1322 b) 2,6810	14,6 38,1	20,44 53,34	1,80 1,98	1,89	91,55	2,0
B. Vicia Faba.								
33	10-дневн. эт. раст. (культ. въ водѣ).	a) 0,7872 b) 0,7712	14,7 14,4	20,58 20,16	2,61 2,61	2,61	95,82	2,7
34	20-днев. раст. (10 дней въ водѣ + 10 дн. въ раств. сахара).	a) 1,0524 b) 0,8639	18,0 15,2	25,20 21,28	2,39 2,46	2,42	91,32	2,6
35	20-дн. растения (культура въ водѣ).	a) 0,7940 b) 0,7044	14,0 12,4	19,60 17,36	2,47 2,46	2,46	92,36	2,6

Определения азота въ осадкѣ отъ фосфорно-вольфрамовой кислоты.

№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Число куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальной сѣрной кислоты, насыщенной при отгонкѣ аммиакомъ.	Соответствующее количество азота въ миллиграммахъ.	Количество азота въ % отъ навѣски.	% азота въ сухомъ веществѣ навѣски.
Vicia sativa.						
36	Сѣмена.	5,5638	10,8	15,12	0,27	0,29
37	Этиолированные растения I возраста.	1,1183	4,1	5,74	0,51	0,56
38	» » II »	3,2365	10,0	14,00	0,43	0,46
39	» » III »	2,0000	4,0	5,60	0,28	0,30
40	» » IV »	2,0000	4,0	5,60	0,28	0,30
41	Ростки 40-дневныхъ растений.	2,0000	4,8	6,72	0,34	0,37
42	Ростки, получ. при культурахъ съ CaSO_4 .	2,0000	12,3	17,12	0,86	0,97
43	Ростки, получ. при культурахъ безъ CaSO_4 .	2,0000	15,8	22,12	1,10	1,24
44	Сѣменодоли растений, культивир. съ CaSO_4 .	2,0000	3,0	4,20	0,21	0,24
45	Сѣменодоли растений, культив. безъ CaSO_4 .	2,0000	4,0	5,60	0,28	0,30
46	Зеленныя растения I возраста.	1,7705	4,0	5,60	0,32	0,34
47	» » II »	2,1003	3,4	4,76	0,23	0,24
48	» » III »	1,5210	2,7	3,88	0,25	0,26
49	» » IV »	2,6800	4,2	5,88	0,22	0,24

Определения амидного азота по Шульце.

№ анализов.	Вещество.	Количество вещества, употребленного для приготовления экстракта.	Доля экстракта, взятая для отфильного определения.	Число куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальной серной кислоты, вышедших при отгонке аммиака.	Соответствующее количество азота в миллиграммах.	Азот в % от взятого количества.	Среднее.	Сохранение азота в сухом веществе.
A. Vicia sativa.								
50	Сѣмена.	5,5638	a) $\frac{1}{4}$	3,2	4,48	0,32	} 0,33	0,33
			b) $\frac{1}{4}$	3,3	4,62	0,33		
51	Этиол. раст. I возраста.	1,1183	a) $\frac{1}{2}$	8,8	12,32	2,20	} 2,22	2,22
			b) $\frac{1}{2}$	9,0	12,60	2,25		
52	» » II »	3,2365	a) $\frac{1}{4}$	18,2	25,42	3,48	} 3,48	3,48
			b) $\frac{1}{4}$	18,2	25,42	3,48		
53	» » III »	2,0000	a) $\frac{1}{3}$	11,8	16,52	4,13	} 4,16	4,16
			b) $\frac{1}{3}$	12,0	16,80	4,20		
54	» » IV »	2,0000	a) $\frac{1}{4}$	16,3	22,82	4,56	} 4,59	4,59
			b) $\frac{1}{4}$	16,5	23,10	4,62		
55	Сѣменодоли растений IV возраста.	1,0000	a) $\frac{1}{3}$	6,8	9,52	1,43	} 1,43	1,43
			b) $\frac{1}{3}$	6,8	9,52	1,43		
56	Ростки растений IV возраста.	1,0000	a) $\frac{1}{3}$	14,9	20,86	6,26	} 6,24	7,00
			b) $\frac{1}{3}$	14,8	20,72	6,22		
57	Ростки, получ. при культурѣ съ CaSO ₄ .	2,0000	a) $\frac{1}{3}$	22,6	31,64	4,75	} 4,76	5,33
			b) $\frac{1}{3}$	22,7	31,78	4,77		
58	Ростки, получ. при культурѣ безъ гипса.	2,0000	a) $\frac{1}{3}$	23,6	33,04	4,96	} 4,97	5,33
			b) $\frac{1}{3}$	23,7	33,18	4,98		
59	Сѣменодоли растений, выращенныхъ съ CaSO ₄ .	2,0000	a) $\frac{1}{4}$	5,0	7,00	1,40	} 1,40	1,33
			b) $\frac{1}{4}$	5,0	7,00	1,40		
60	Сѣменодоли раст. выращенныхъ безъ CaSO ₄ .	2,0000	a) $\frac{1}{4}$	5,2	7,28	1,46	} 1,43	1,33
			b) $\frac{1}{4}$	5,0	7,00	1,40		
61	Зеленые раст. I периода.	1,7705	a) $\frac{1}{4}$	2,5	3,50	0,79	} 0,80	0,80
			b) $\frac{1}{4}$	2,6	3,64	0,82		
62	» » II »	2,0703	a) $\frac{1}{4}$	2,1	2,94	0,57	} 0,55	0,55
			b) $\frac{1}{4}$	2,0	2,80	0,54		
63	» » III »	1,5210	a) $\frac{2}{9}$	1,2	1,68	0,50	} 0,50	0,50
			b) $\frac{2}{9}$	1,2	1,68	0,50		
64	» » IV »	2,6000	a) $\frac{1}{4}$	1,7	2,38	0,47	} 0,46	0,50
			b) $\frac{1}{4}$	1,6	2,24	0,46		
B. Vicia Faba.								
65	Эт. раст. 10-дневн. выращенныхъ въ водѣ.	1,5584	$\frac{1}{3}$	4,7	6,58	2,11	} 2,11	2,11
66	Эт. раст. 20-дн. (10 дн. въ водѣ + 10 дн. въ растворѣ сахара).	1,9163	a) $\frac{1}{3}$	6,0	8,40	2,18	} 2,16	2,30
			b) $\frac{1}{3}$	5,9	8,26	2,15		
67	Эт. раст. 20-дн. (культ. въ водѣ).	1,4984	$\frac{1}{3}$	10,4	14,56	2,91	} 2,91	3,10

Определения аспарагина по Саксе.

№ анализов.	Вещество.	Количество, употребленное для приготовления экстракта.	Доля экстракта, взятая для каждого определения.	Число куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальной серной кислоты, вышедших при отгонке аммиака.	Соответствующее количество азота в миллиграммах.	Тоже в процентахъ.	Среднее из отфильныхъ определений.	Азот в % отпосредственно сухого вещества.
A. Vicia sativa.								
68	Этиол. раст. I возраста.	5,0000	a) $\frac{1}{4}$	5,6	7,84	1,25	} 1,28	1,40
			b) $\frac{1}{4}$	5,8	8,12	1,30		
69	» » II »	5,0000	a) $\frac{1}{3}$	7,0	9,80	1,96	} 2,00	2,16
			b) $\frac{1}{3}$	7,2	10,08	2,04		
70	» » III »	5,0000	a) $\frac{1}{3}$	9,0	12,60	2,52	} 2,52	2,69
			b) $\frac{1}{3}$	9,0	12,60	2,52		
71	» » IV »	2,0000	a) $\frac{1}{3}$	7,1	9,94	2,98	} 2,94	3,16
			b) $\frac{1}{3}$	6,9	9,66	2,90		
72	Ростки, получ. при культурѣ съ CaSO ₄ .	1,0000	a) $\frac{1}{2}$	5,8	8,12	3,24	} 3,19	3,56
			b) $\frac{1}{2}$	5,6	7,84	3,14		
73	Ростки, получ. при культурѣ безъ CaSO ₄ .	1,0000	a) $\frac{1}{2}$	6,0	8,40	3,36	} 2,27	3,67
			b) $\frac{1}{2}$	5,7	7,98	3,18		
74	Сѣменодоли раст., выращенныхъ съ CaSO ₄ .	1,0000	a) $\frac{1}{2}$	0,8	1,12	0,45	} 0,42	0,47
			b) $\frac{1}{2}$	0,7	0,98	0,40		
75	Сѣменодоли раст., выращенныхъ безъ CaSO ₄ .	1,0000	a) $\frac{1}{2}$	1,0	1,40	0,56	} 0,56	0,60
			b) $\frac{1}{2}$	1,0	1,40	0,56		
76	Зелен. раст. I периода.	20,000	a) $\frac{1}{4}$	9,2	12,88	0,51	} 0,50	0,54
			b) $\frac{1}{4}$	8,8	12,32	0,49		
77	» » II »	20,000	a) $\frac{2}{3}$	3,9	5,46	0,14	} 0,13	0,14
			b) $\frac{2}{3}$	3,8	5,32	0,13		
78	» » III »	20,000	a) $\frac{1}{3}$	1,8	2,52	0,12	} 0,12	0,13
			b) $\frac{1}{3}$	1,8	2,52	0,12		
79	» » IV »	20,000	a) $\frac{1}{3}$	2,0	2,80	0,14	} 0,13	0,14
			b) $\frac{1}{3}$	1,8	2,52	0,12		
80	Сѣмена.	5,0000	a) $\frac{2}{3}$	0,4	0,56	0,06	} 0,07	0,07
			b) $\frac{2}{3}$	0,6	0,84	0,08		
B. Vicia Faba.								
81	Эт. раст. 10-дн. (выращ. въ водѣ).	5,0000	a) $\frac{2}{3}$	7,0	9,80	0,98	} 0,96	1,00
			b) $\frac{2}{3}$	6,8	9,52	0,95		
82	Эт. раст. 20-дн. (10 дн. въ водѣ + 10 дн. въ растворѣ сахара).	5,0000	a) $\frac{1}{2}$	8,9	12,46	1,00	} 1,01	1,10
			b) $\frac{1}{2}$	9,1	12,74	1,02		
83	Эт. раст. 20-дн. (выращенныхъ въ водѣ).	5,0000	a) $\frac{1}{2}$	14,2	19,88	1,59	} 1,56	1,68
			b) $\frac{1}{2}$	13,7	19,18	1,53		

Определения нуклеинового азота.

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Соотв. количество 1/10 нормальной сѣрной кислоты въ куб. см.		Азотъ въ миллиграммахъ.	Тоже въ 0/0.	Среднее изъ отдѣленій опредѣлений.	Содержаніе азота въ сухомъ веществѣ въ 0/0.
			а)	б)				
84	Сѣмена.	a) 2,0000 b) 2,0000	6,6 6,6	9,16 9,16	0,46 0,46	} 0,46	0,48	
85	Этіолпр. раст. I возраста.	a) 1,0000 b) 1,0000	2,8 3,0	3,92 4,20	0,39 0,42			} 0,40
86	» » II »	a) 2,0000 b) 2,0000	6,3 6 0	8,82 8,40	0,44 0,42	} 0,43	0,47	
87	» » III »	a) 2,0000 b) 2,0000	7,3 6,9	10,22 9,66	0,51 0,48			} 0,50
88	» » IV »	a) 2,0000 b) 2,0000	7,5 7,3	10,50 10,22	0,53 0,51	} 0,52	0,57	

Определения азота амміака по Босгарту.

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Число куб. см. нормальной сѣрной кислоты, насыщенной парами при отщепленіи.		Азотъ въ миллиграммахъ.	Тоже въ проц. отъ сухого вещества.
			а)	б)		
89	Сѣмена.	5,0000	0,1	0,14	0,0028	
90	Этіолированные растенія I возраста.	1,0000	0,3	0,42	0,04	
91	» » II »	1,0000	0,3	0,42	0,04	
92	» » III »	1,0000	0,15	0,21	0,02	

Определения веществъ извлекаемыхъ эфиромъ.

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска грам.	Количество жировыхъ веществъ.	Тоже въ процентахъ.	Среднее изъ 2-хъ опредѣленій.	Тоже въ 0/0 сухого вещества.		
							а)	б)
93	Сѣмена.	a) 10 b) 10 c) 10	0,0749 0,0754 0,0758	0,75 0,75 0,76	} 0,75	0,80		
94	Этіолпр. растенія I возраста.	a) 10 b) 10	0,1495 0,1360	1,49 1,36			} 1,42	1,56
95	» » II »	a) 10 b) 10	0,1490 0,1430	1,49 1,43				
96	» » III »	a) 5 b) 5	0,0686 0,0740	1,37 1,48	} 1,43	1,62		
97	» » IV »	a) 5 b) 5	0,0772 0,0730	1,54 1,46			} 1,50	1,62
98	Зеленныя растенія I періода.	a) 10 b) 8,2620	0,3214 0,2594	3,21 3,14	} 3,17	3,46		
99	» » II »	a) 10 b) 10	0,2590 0,2458	2,59 2,46			} 3,52	2,70
100	» » III »	a) 10 b) 10	0,2500 0,2390	2,50 2,39	} 2,45	2,60		
101	» » IV »	a) 10 b) 10	0,1780 0,1700	1,78 1,79			} 1,78	1,95

Определения лецитина по Шульце.

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска грам.	Количество Mg₂P₂O₇.	Содержаніе лецитина въ 0/0.	Среднее изъ 2-хъ опредѣленій.	Тоже въ проц. отъ сухого вещества.
102	Сѣмена.	a) 10 b) 10	0,0132 0,0140	0,96 1,02	} 0,98	1,04
103	Этіолпр. растенія I возраста.	a) 10 b) 10	0,0070 0,0076	0,51 0,55		
104	» » II »	a) 10 b) 10	0,0063 0,0076	0,46 0,55	} 0,50	0,54
105	Зеленныя растенія I періода.	a) 10 b) 10	0,0090 0,0094	0,65 0,68		
106	» » II »	a) 10 b) 10	0,0090 0,0082	0,65 0,59	} 0,62	0,66
107	» » III »	a) 10 b) 10	0,0048 0,0050	0,35 0,36		
108	» » IV »	a) 10 b) 10	0,0050 0,0040	0,36 0,29	} 0,32	0,35

Определения золы.

№№ анали- зовъ.	Вещество.	Навѣска.	Полученное ко- личество золы.	Тоже въ %.	% относитель- но сухого ве- щества.	Среднее изъ 2-хъ опредѣ- лений.
109	Сѣмена.	a) 5,0000 b) 5,0000	0,1530 0,1550	3,06 3,10	3,26 3,28	3,27
110	Этиолр. растенія I возраста.	a) 3,0000 b) 1,0000	0,1062 0,0357	3,59 3,57	3,89 3,92	3,90
111	» » II »	a) 2,7349 b) 2,0000	0,1107 0,0782	4,05 3,91	4,38 4,34	4,36
112	» » III »	a) 2,7898 b) 2,0000	0,1212 0,0877	4,34 4,38	4,64 4,68	4,66
113	» » IV »	a) 2,1820 b) 2,0000	0,1000 0,0942	4,58 4,72	4,93 5,06	5,00

Определения общаго количества углеводовъ (въ видѣ глюкозы).

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Доля экстракта взятая для каждого определения.	Количество Сu по- лученное при взѣ- шиваньи (mg).	Соответствующее количество дек- строзы.	Среднее изъ 2-хъ опредѣлений.	Тоже въ %.	% отъ отноше- ния сухого ве- щества.
114	Сѣмена.	1,0000	a) 1/3 b) 1/3	175,0 175,2	89,5 89,6	89,5	44,75	48,6
115	Этиол. раст. I возраста.	1,0000	a) 1/3 b) 1/3	121,0 118,5	61,6 60,4	61,0	30,5	33,5
116	» » II »	1,0000	a) 1/3 b) 1/3	88,0 90,0	44,9 45,9	45,4	22,7	24,5
117	» » III »	1,0000	a) 1/3 b) 1/3	56,0 56,5	28,8 29,0	28,9	14,45	15,4
118	» » IV »	2,0000	a) 1/4 b) 1/4	94,8 96,6	48,3 49,3	48,8	9,76	10,5

Определения растворимыхъ въ водѣ углеводовъ (въ видѣ глюкозы).

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Полученное коли- чество Сu (mg).	Соответствующее количество дек- строзы.	Среднее.	Тоже въ %.	Процентное содер- жаніе въ сухомъ ве- ществѣ.
119	Сѣмена.	a) 0,5000 b) 0,5000	51,6 50,0	26,7 25,9	26,3	5,26	5,59
120	Этиолр. растенія I возраста.	a) 0,5000 b) 0,5000	94,0 92,5	47,9 47,2	47,5	9,50	10,44
121	» » II »	a) 0,5000 b) 0,5000	91,0 93,5	46,4 47,6	47,0	9,40	10,1
122	» » III »	a) 0,6000 b) 0,6000	99,5 101,0	50,6 51,4	51,0	8,50	9,09
123	» » IV »	a) 1,0000 b) 1,0000	112,0 111,8	57,0 57,0	57,0	5,70	6,13

Определения глюкозы.

№№ анализовъ.	Вещество.	Навѣска.	Полученное коли- чество Сu въ mg.	Соответствующее количество дек- строзы.	Среднее.	Тоже въ %.	Процентное содер- жаніе въ сухомъ ве- ществѣ.
124	Этиолр. растенія I возраста.	a) 0,8333 b) 0,8333	43,6 41,0	22,7 21,4	22,0	2,64	2,90

Экстракты изъ этиолрированныхъ растений послѣдующихъ возрастовъ не дали осадка при нагрѣваніи съ фелинговою жидкостью.

Общіе выводы.

1. Аспарагинъ образуется въ прорастающихъ сѣменахъ (клубняхъ, почкахъ etc.), несмотря на присутствіе углеводовъ въ любомъ количествѣ и любой формѣ.

2. Искусственное питаніе углеводами не вызываетъ регенераціи аспарагина.

3. Распредѣленіе аспарагина въ прорастающемъ растеніи не таково, какъ слѣдовало бы ожидать въ случаѣ образованія его въ сѣменодоляхъ и потребленія въ точкахъ роста.

4. Поэтому является невѣроятнымъ, чтобы аспарагинъ служилъ для передвиженія и регенераціи бѣлковъ при прорастаніи, какъ учитъ Пфефферъ; гораздо болѣе соответствующимъ положенію дѣла является мнѣніе Буссенго, что аспарагинъ въ этиолированномъ растеніи является отбросомъ подобнымъ мочевины.

5. Безазотистыя вещества все же не остаются безъ вліянія на ходъ распаденія бѣлка: они его замедляютъ, какъ и въ животномъ организмѣ.

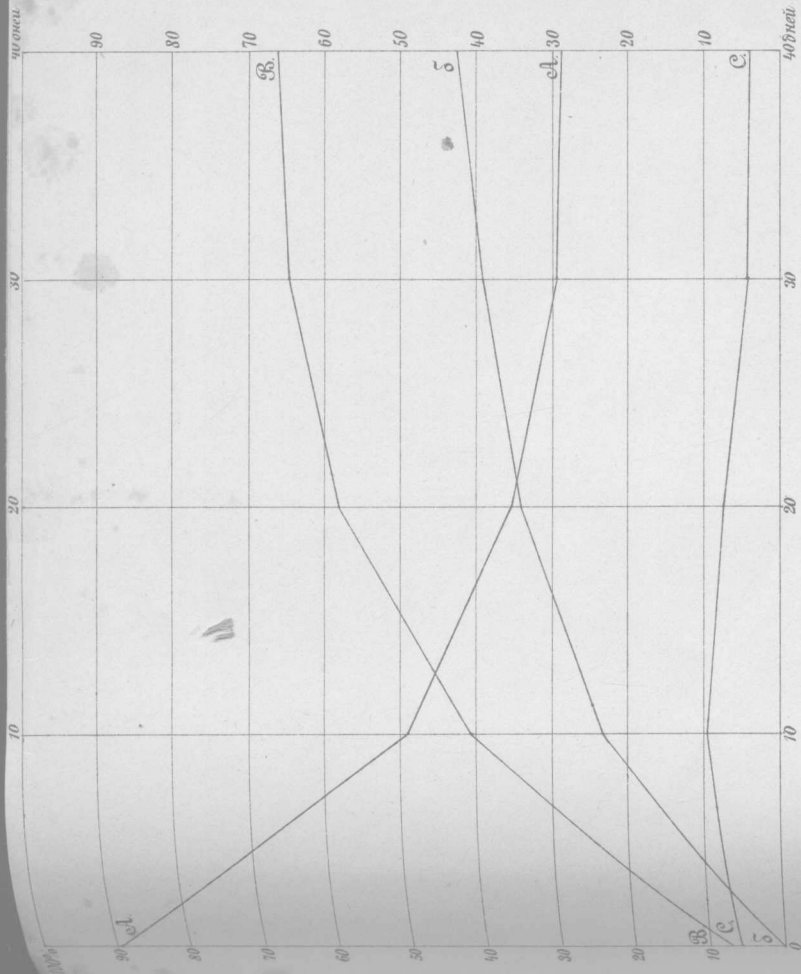
6. Взглядъ на углеводы, какъ на продукты окисленія бѣлковъ, является недостаточно обоснованнымъ.

7. Соли извести ускоряютъ процессы распаденія бѣлковъ въ прорастающемъ сѣмени.

8. Качественный составъ смѣси азотистыхъ веществъ въ этиолированныхъ и нормальныхъ растеніяхъ замѣчательно близокъ; можно думать, что въ этомъ отношеніи между тѣми и другими существуетъ лишь количественная разница.

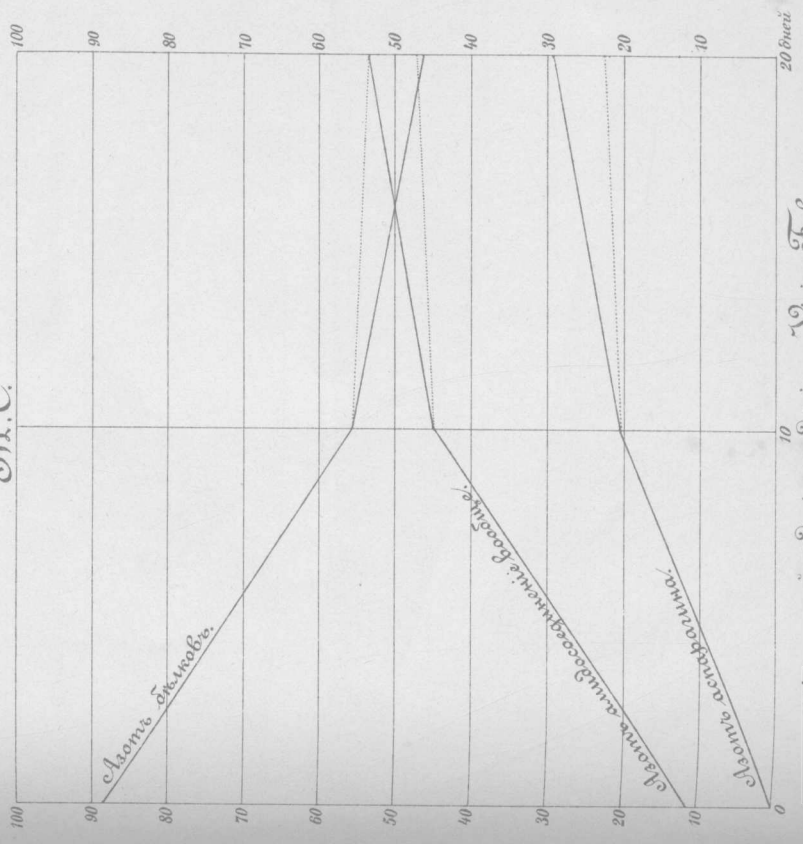
Д. Прянишниковъ.

Петровское-Разумовское,
іюнь 1895 г.



Линия А. — азот в листьях
 " В — " в стебле
 " С — " в корне
 " Д — " в плодах

III. С.

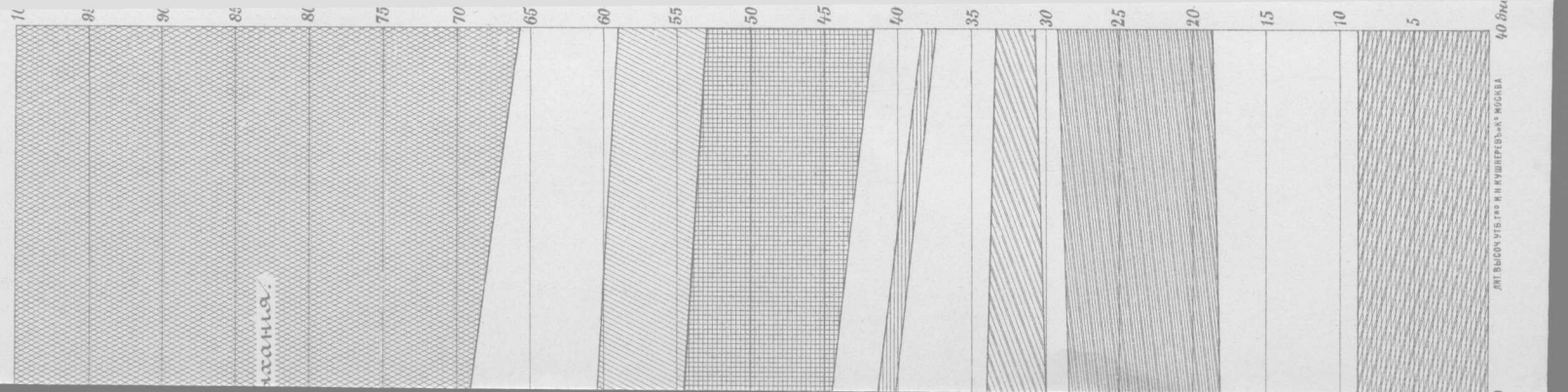
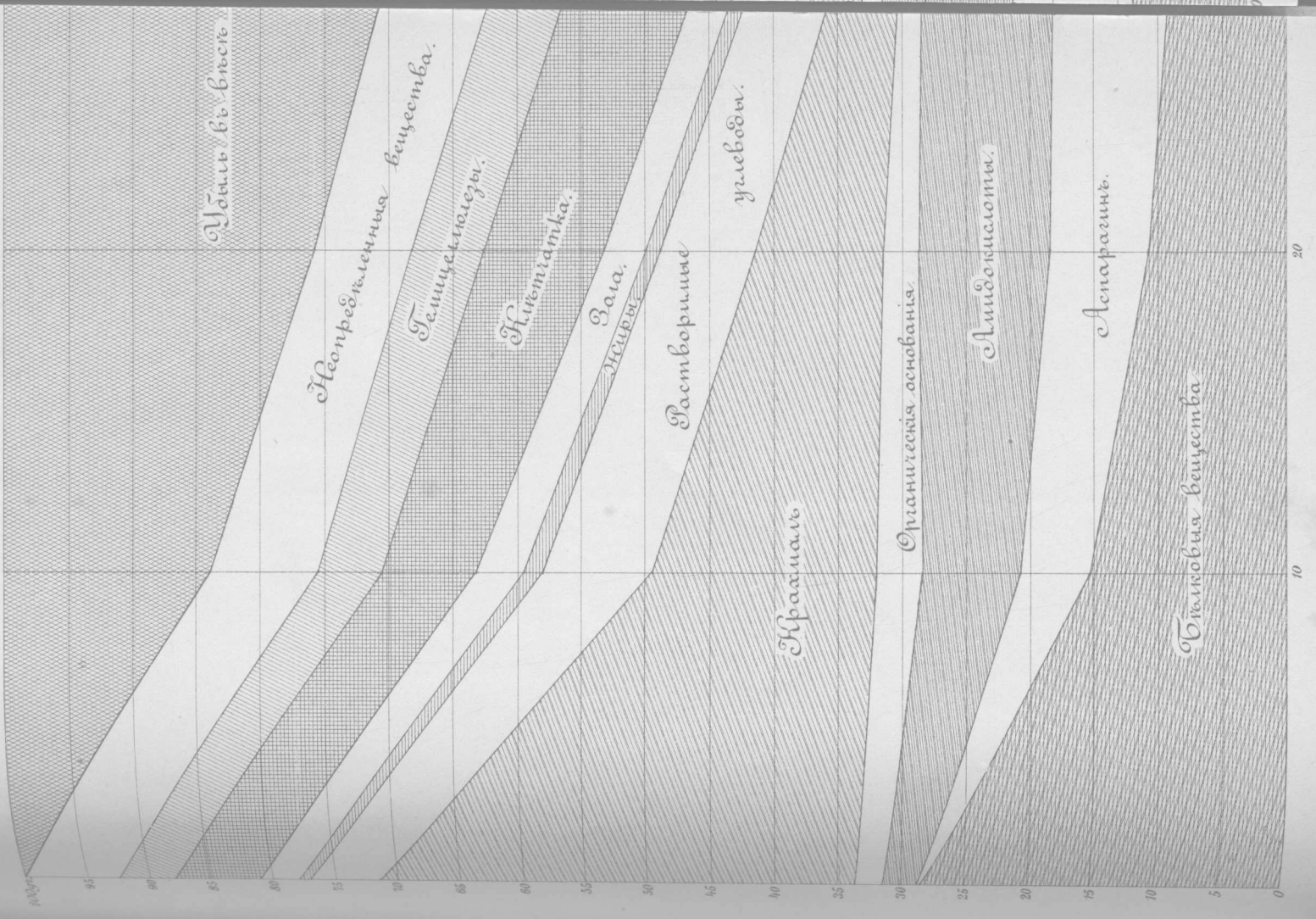


нормальный ходъ распредеіи азота въ растении и въ частяхъ его

III. B.

Vicia sativa.

Обильнѣе вѣцество при проросманіи



ДЛЯ ВЫСЧУТА СЕЯНИИ КУЛЬТУРЫ НА ПЛОЩАДИ 40 ДЕСЯТИН