

63:581  
14. 719 р. а  
722 184

ЖУРНАЛЬ 1903 г.

ОПЫТНОЙ  
АГРОНОМИИ

JOURNAL FÜR EXPERIMENTELLE  
LANDWIRTSCHAFT.

mit Wiedergabe des Inhalts der Originalarbeiten  
in deutscher Sprache.

ДАВАЕМЫЙ ПРИ УЧАСТИИ большинства научных агрономиче-  
ских сил наших университетовъ, сельскохозяйственныхъ  
учебныхъ заведений, а также опытныхъ станцій и полей:

-доц. Н. П. Адамова; Л. Ф. Альтгаузена; проф. П. Ф. Баракова; В. С. Бога-  
а; проф. С. М. Богданова; маг. Н. А. Богословскаго; проф. С. А. Богу-  
зскаго; проф. И. П. Бородина; Г. Н. Боча; проф. П. И. Броунова; проф.  
В. Будрина; В. С. Буткевича; А. А. Бычихина; Н. И. Васильева; проф. В. Р.  
ьямса; В. В. Винера; В. И. Виноградова; В. А. Власова; проф. А. И. Воей-  
а; проф. Е. Ф. Вотчала; Г. Н. Высоцкаго; К. К. Гедройца; М. М. Грачева;  
р. Н. Я. Демьянова; проф. В. Я. Добровлянскаго; И. А. Дьяконова; Я. М.  
дова; С. А. Захарова; проф. П. А. Земятченскаго; маг. Л. А. Иванова; проф.  
Г. Ивановскаго; П. А. Кашинскаго; проф. А. В. Ключарева; проф. фонъ-Книр-  
а; С. Н. Косарева; Ф. А. Косоротова; проф. П. С. Коссовича; А. П. Левицкаго;  
Г. Любименко; Г. А. Любославскаго; Н. К. Малюшицкаго; проф. П. Г. Мели-  
а; А. В. Мостынскаго; А. И. Набокихъ; Н. К. Недокучаева; П. В. Отоцкаго;  
р. Д. Н. Прянишникова; проф. С. И. Ростовцева; проф. А. Н. Сабанина;  
С. Северина; А. А. Семпловскаго; проф. П. Р. Слезкина; Ю. Ю. Соколов-  
о; проф. В. И. Сорокина; Ю. Ю. Сохоцкаго; проф. И. А. Стебута; прив.-доц.  
Танфильева; проф. К. А. Тимирязева; А. П. Тольскаго; прив.-доц. А. И. Том-  
а; С. Г. Топоркова; А. Р. Ферхмина; проф. А. Ф. Фортунатова; прив.-доц.  
Франкфурта; проф. Ф. Шиндлера; проф. И. О. Широкихъ; П. О. Ши-  
хъ; Р. Р. Шредера; проф. М. В. Шталь-Шредера; И. С. Шулова; пр.-доц.  
С. В. Щусева; Ф. Б. Яновчика; А. Е. Феокистова.

К Н И Г А IV-я.

Типографія Альтшулера. СПб. Эртелевъ пер., 17—9.



М. П. 12.12.14  
Отд. 63:581  
Шифр К. 719 р. 10.  
Инв. № 122194  
К  
ИНСТИТУТЪ

Развитіе корней въ зависимости отъ температуры почвы въ  
первый періодъ роста растений.

П. Коссовичъ.

(Изъ бюро по земледѣлю и почвовѣдѣнію Ученаго Комитета Министер-  
ства Земледѣлія и Г. И.).

Ранній посѣвъ овса во влажную, еще холодную почву многими хозяевами черноземной полосы считается весьма важнымъ моментомъ для полученія надежныхъ урожаевъ этого растения. Сложность условій роста растений при полевой культурѣ, которыя приходится принять во вниманіе при сравненіи ранняго и поздняго посѣва, не позволяетъ дѣлать вывода о ближайшей причинѣ благоприятнаго вліянія на урожай овса ранняго посѣва: будетъ ли это только влажность почвы, или же вмѣстѣ съ тѣмъ здѣсь играетъ роль и низкая температура почвы<sup>1)</sup>; тѣмъ болѣе трудно себѣ выяснить изъ наблюденій въ хозяйствѣ, въ какомъ направленіи эти внѣшнія условія произрастанія овса вліяютъ на его развитіе, выражаясь въ концѣ концовъ въ болѣе высокомъ урожаѣ. Болѣе благоприятныя условія влажности почвы при раннемъ посѣвѣ, сравнительно съ позднимъ, едва ли могутъ вызывать сомнѣніе; вліяніе же холодной почвы въ первый періодъ роста растений на ихъ дальнѣйшее развитіе, очевидно, требуетъ выясненія непосредственнымъ опытомъ; безъ выполненія послѣдняго можно было только высказывать болѣе или менѣе вѣроятныя предположенія по интересующему насъ вопросу. Отмѣтимъ, что И. А. Стебуть держался взгляда, что низкая температура почвы во время посѣва овса содѣйствуетъ развитію у послѣдняго болѣе сильной корневой системы, благодаря которой онъ является въ послѣдствіи болѣе обезпеченнымъ въ своемъ дальнѣйшемъ ростѣ. Такой взглядъ находилъ себѣ извѣстное обоснованіе въ старыхъ опытахъ Бялоблоцкаго, произведенныхъ въ 1870 году на опытной станціи въ Дамѣ<sup>2)</sup>. При опытахъ этого изслѣдователя

<sup>1)</sup> Имѣется указаніе Грачева (Земл. Газета. 1875 г., стр. 564), что выдерживаніе проросшихъ сѣмянъ кукурузы при температурѣ тающаго снѣга ускоряетъ ея созрѣваніе.

<sup>2)</sup> Landw. Versuchs-St. XIII. 1871 г., стр. 424—472, а также въ Beiträge zu d. naturwiss. Grundlagen des Ackerbaus. v. Hellriegel. 1883. s. 305.



овесь, развивавшийся при постоянной температурѣ почвы въ 10°, выдѣлялся особенно сильнымъ строеніемъ (Kräftigen Bau); вмѣстѣ съ тѣмъ сухое вещество его корней вѣсило больше (1,068 гр.), чѣмъ — у овса, произраставшаго при 20° температуры почвы (0,878 гр.), при чемъ сухое вещество надземныхъ частей у перваго овса было меньше (6,570 гр.), чѣмъ у второго (7,343 гр.), т. е. корни у овса, росшаго въ почвѣ съ температурой въ 10°, были развиты относительно сильнѣе, чѣмъ у овса, развитіе котораго происходило при 20°; однако, необходимо упомянуть, что овесь, развивавшийся въ почвѣ съ непостоянной температурой, колебавшейся въ зависимости отъ температуры окружающаго воздуха, далъ абсолютно и относительно наиболѣе сильную корневую систему, сухое вещество которой вѣсило 1,221 гр. при 6,921 гр. сухого вещества надземныхъ частей.

Желаніе, хотя бы отчасти, *прямымъ опытнымъ путемъ* разъяснить вопросъ о вліяніи низкой температуры почвы въ *первый періодъ роста* овса на особенность развитія этого растенія, побудило насъ произвести въ С.-х. Хим. Лаборатор. Мин. Земл. и Гос. Имуществовъ опыты въ соответствующемъ направленіи, которые и были выполнены А. П. Тольскимъ и опубликованы имъ въ статьѣ: „Къ вопросу о вліяніи температуры на развитіе корней“<sup>1)</sup>.

Полученные А. П. Тольскимъ результаты въ общемъ подтверждали предположеніе И. А. Стебута; но они не были достаточно рельефны, и, кромѣ того, сама постановка опытовъ могла давать поводъ къ сомнѣнію въ полной надежности сдѣланнаго изъ нихъ вывода; дѣло въ томъ, что всѣ опытные растенія были высѣяны одновременно въ почву съ различной температурой, а поэтому, въ виду неодинаково быстрого ихъ первоначальнаго развитія, различныя фазы роста растеній не происходили при тождественныхъ климатическихъ условіяхъ; затѣмъ, намъ казалось желательнымъ произвести соответствующіе опыты въ такихъ сосудахъ, которые дѣлали бы возможнымъ наблюденіе за скоростью роста корней въ первый періодъ. Приведенныя соображенія заставили насъ повторить опыты А. П. Тольскаго при нѣсколько иной постановкѣ опыта. Опыты, постановленные въ этомъ направленіи въ 1901 году, прошли не вполне удачно, и мы не будемъ на нихъ останавливаться; опыты же 1902 г. дали результаты, по нашему мнѣнію, заслуживающіе полнаго вниманія.

Для опытовъ 1901 и 1902 г. мы воспользовались квадратными

<sup>1)</sup> См. Ж. Опытн. Агрономіи. 1901 г., 733 стр.

цинковыми сосудами съ одной вдвигающейся стеклянной наклонной стѣнкой<sup>1)</sup>; сосуды имѣли слѣдующіе размѣры: высота—40 сант., сверху одна сторона—20 сант., другая—12 сант., внизу сосуды были нѣсколько уже: вмѣсто 12 сант.—6 сант.; стеклянная наклонная стѣнка не доходила вполне (5 сант.) до дна сосуда; внизу всѣ четыре стѣнки сосуда были изъ цинка; сюда поступала вода при поливкѣ. Предъ наполненіемъ сосудовъ почвою въ нихъ насыпался наклонный слой гальки, въ которую вставлялась стеклянная трубка, служившая для поливки и провѣтриванія сосудовъ; сверхъ гальки въ сосудъ помещалось 6915 гр. сухой почвы—супесчанаго чернозема Воронежской губ., Бобровскаго у., изъ имѣнія г. Рѣзцова (№ 59, 1901 г.). Такъ какъ эта почва сама по себѣ не богата питательными веществами, то во всѣ сосуды было внесено полное удобреніе: 0,5 гр. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> въ видѣ NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5 гр. K<sub>2</sub>O въ видѣ K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 0,75 гр. N въ видѣ Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; влажность въ сосудахъ поддерживалась при 27,3% отъ сухой почвы, что соответствуетъ 1,888 клгр. воды на сосудъ. Такъ какъ наши сосуды съ вдвигавшейся стеклянной стѣнкой были проницаемы для воды, то для того, чтобы ихъ можно было помѣстить въ ящики съ водой, они вставлялись въ непроницаемые для воды цинковые чехлы соответствующей формы.

Различная температура почвы достигалась помѣщеніемъ сосудовъ въ большіе цинковые ящики съ водой, вкопанные въ землю; при чемъ въ одномъ изъ ящиковъ вода охлаждалась прибавкою льда, и температура ея колебалась отъ 6° до 8°; въ другомъ — подогревалась снизу керосиновой лампой и держалась между 26° и 30°; въ третьемъ же ящикѣ вода находилась лишь подъ вліяніемъ температуры окружающей среды и колебалась отъ 12° до 17°. Хотя почва въ сосудахъ и была присыпана опилками, однако, температура ея въ верхнихъ слояхъ не соответствовала температурѣ окружающей среды; такъ, на глубинѣ 8 сант. въ охлаждаемыхъ сосудахъ почва была въ среднемъ на 2° теплѣе воды, въ нагрѣваемыхъ же сосудахъ, наоборотъ, на той же глубинѣ въ среднемъ на 2° холоднѣе.

Для опытовъ мы взяли, кромѣ овса, еще *горчицу* и *ленъ*; съ каждымъ изъ этихъ растеній было поставлено по шести сосудовъ, чтобы имѣть по два параллельныхъ сосуда съ однимъ и тѣмъ

<sup>1)</sup> Сосуды внутри покрывались лакомъ Домары, въ томъ числѣ и стекло, такъ какъ песчанья культуры въ такихъ же сосудахъ ясно показали вредное вліяніе оконнаго стекла на корни растеній; при почвѣ такое вліяніе на глазъ не проявлялось.



	Г о р ч и ц а. S e n f.			
	№ 1 и № 2.	№ 7 и № 8.	№ 13 и № 14.	
	Температура въ первый периодъ. Temperatur in der ersten Periode.	6° — 8°	12° — 17°	26° — 30°
Время посѣва. Saatzeit.	29 мая 29 Mai.	4 июня, 4 Juni.	12 июня 12 Juni.	
Время, съ котораго сосуды находились при одинаковой температурѣ. Datum von dem an die Gefäße sich bei gleicher Temperatur befanden.	3-го 3	Юля, Juli.	—	
Степень развитія растений ко времени, когда сосуды вынуты изъ воды.	Число листьевъ.	6	5	4
	Надземныхъ частей.	Нѣсколько вытянулись.	Наиболѣе здоровыя.	Наиболѣе слабыя.
	Характеръ развитія корневой системы.	Сильно разв. въ верхней половинѣ.	Средн. разв. на всю глубину.	Слабое разв. на всю глубину.
Начало цвѣтенія (для овса—начало колошенія). Beginn der Blüte (für Hafer—Beginn des Erscheinens der Aehren).	8-го Юля. 8 Juli.	8-го Юля. 8 Juli.	9 и 11 Юля. 9 u. 11 Juli.	
Число метелокъ на сосудѣ.	—	—	—	
Время уборки. Erntezeit.	26 сент. зрѣлыя. 26 Sept. reif.	26 сент. зрѣлыя. 26 Sept. reif.	28 сент. не вполне зрѣл. 28 Sept. nicht ganz reif.	
Вѣсъ въ гр. надземныхъ частей въ возд. сух. состояніи (средн. изъ 2-хъ сосуд.) Gewicht der oberirdischen Teile in gr. im lufttrockenen Zustande (Durchschnitt aus 2 Gefässen).	54,50	56,00	60,20	
Вѣсъ корней въ возд. сух. состояніи безъ золы въ гр. Gewicht der lufttrockenen Wurzeln ohne Asche in gr.	7,38	6,62	7,12	
Общій вѣсъ растений въ гр. Gesamtgewicht der Pflanzen in gr.	61,88	62,62	67,32	
% вѣса корней отъ общаго вѣса растений. % des Wurzelgewichts vom Gesamtgewicht der Pflanzen.	11,92	10,57	10,58	

Таб. I.

	О в е с ъ. H a f e r.			Л е н ъ. L e i n.			
	№ 3 и № 4.	№ 9 и № 10.	№ 15 и № 16.	№ 5 и № 6.	№ 11 и № 12.	№ 17 и № 18.	
	Температура въ первый периодъ. Temperatur in der ersten Periode.	6° — 8°	12° — 17°	26° — 30°	6° — 8°	12° — 17°	26° — 30°
Время посѣва. Saatzeit.	29 мая 29 Mai.	4 июня 4 Juni.	12 июня 12 Juni.	29 мая. 29 Mai.	4 июня 4 Juni.	12 июня 12 Juni.	
Время, съ котораго сосуды находились при одинаковой температурѣ. Datum von dem an die Gefäße sich bei gleicher Temperatur befanden.	28-го 28	Юля. Juni.	—	28-го 28	Юля. Juni.	—	
Степень развитія растений ко времени, когда сосуды вынуты изъ воды.	Число листьевъ.	3	4	3	8	8	6
	Надземныхъ частей.	Начинаютъ куститься.	Кустятся.	Наиболѣе блѣдно-зеленыя.	Наиболѣе блѣдно-зеленыя.	Наиболѣе развитыя.	Наиболѣе здоровыя.
	Характеръ развитія корневой системы.	Нѣсколько слаб., чѣмъ у №№ 9 и 10.	Сильная.	Слабо-развитая.	Слабо-разв. особенно въ ниж. част.	Наиболѣе сильно развитая.	Слабо-развитая.
Начало цвѣтенія (для овса—начало колошенія). Beginn der Blüte (für Hafer—Beginn des Erscheinens der Aehren).	4 август. 4 Aug.	25 Юля 25 Juli	30 Юля. 30 Juli.	30 Юля 30 Juli.	3 и 5 авг. 3 u. 5 Aug. тьября.	6 и 9 авг. 6 u. 9 Aug.	
Число метелокъ на сосудѣ.	19 и 25	38 и 30	16 и 30	—	—	—	
Время уборки. Erntezeit.	28 сент. не вполне зрѣлыя. 28 Sept. nicht ganz reif.	28 сент. наиболѣе зрѣлыя 28 Sept. am reifsten.	28 сент. наименѣе зрѣл. 28 Sept. am wenigst. reif.	28 сент. наиболѣе зрѣлыя. 28 Sept. am reifsten.	наиболѣе сильныя. tember am kräftigsten	—	
Вѣсъ въ гр. надземныхъ частей въ возд. сух. состояніи (средн. изъ 2-хъ сосуд.) Gewicht der oberirdischen Teile in gr. im lufttrockenen Zustande (Durchschnitt aus 2 Gefässen).	82,30	95,00	80,40	58,60	58,00	53,20	
Вѣсъ корней въ возд. сух. состояніи безъ золы въ гр. Gewicht der lufttrockenen Wurzeln ohne Asche in gr.	21,87	14,98	17,27	8,02	7,71	6,02	
Общій вѣсъ растений въ гр. Gesamtgewicht der Pflanzen in gr.	104,17	109,98	97,67	66,72	65,70	59,22	
% вѣса корней отъ общаго вѣса растений. % des Wurzelgewichts vom Gesamtgewicht der Pflanzen.	20,99	13,62	17,68	12,02	11,73	10,11	



же растеніемъ при трехъ различныхъ температурахъ. Посѣвъ произведенъ въ слѣдующей послѣдовательности: сначала, 29 мая были высѣяны всѣ три растенія въ сосуды съ охлаждаемою почвою, затѣмъ, чрезъ 6 дней (4-го іюня) въ сосуды съ почвою при нормальной температурѣ, и, наконецъ, еще чрезъ 8 дней, — въ подогреваемые сосуды; при такомъ посѣвѣ, регулируя при этомъ нѣсколько нагреваніе и охлажденіе сосудовъ, намъ удалось достигнуть того, что всѣ растенія одного вида (напр., овесъ) къ извѣстному времени во всѣхъ сосудахъ достигли приблизительно одинаковаго развитія; послѣ чего всѣ сосуды съ соответствующимъ растеніемъ были вынуты изъ воды и помѣщены снаружи между досками; такимъ образомъ, растенія, достигнувъ приблизительно одинаковаго развитія, произрастали далѣе при одной и той же температурѣ почвы и тождественныхъ климатическихъ условіяхъ; слѣдовательно, на ихъ развитіи должно было сказаться въ чистомъ видѣ только вліяніе почвенной температуры въ первый періодъ ихъ развитія. Намъ, конечно, не удалось достигнуть къ одному и тому же сроку полнаго тождества въ развитіи растеній одного вида при различныхъ температурахъ почвы, въ общемъ же развитіе ихъ было одинаково, что видно изъ прилагаемой таблицы (см. таблицу I), въ которой собраны и всѣ остальные данныя, полученные при описываемыхъ опытахъ. Относительно развитія растеній необходимо замѣтить, что всѣ растенія развивались вполне нормально, только овесъ пострадалъ отъ шведской мухи, вслѣдствіе чего кущеніе его и образованіе стеблей шло неправильно, что видно изъ числа образовавшихся метелокъ (см. таблицу). Растенія все время находились на открытомъ воздухѣ, только въ первое время при сильныхъ дождяхъ защищались парниковыми рамами. Погода въ теченіе лѣта 1902 года была исключительно дождливая и холодная; благодаря чему и вслѣдствіе поздняго посѣва растенія не успѣли во всѣхъ сосудахъ дозрѣть къ концу сентября и ихъ пришлось убирать не вполне зрѣлыми.

Въ опытахъ 1902 года мы не измѣряли скорости роста корней при различной температурѣ почвы; это было сдѣлано нами при опытахъ 1901 года; при чемъ вліяніе температуры проявилось весьма рѣзко: чѣмъ ниже температура, тѣмъ корни медленнѣе углублялись въ почву, какъ это видно изъ нижеслѣдующей таблицы II.

Изъ данныхъ таблицы видно, что корни растеній, росшихъ при повышенной температурѣ почвы, проникли вглубь значительно быстрѣе, чѣмъ у растеній въ охлаждавшихся сосудахъ; корни пер-

Таб. II.  
Данныя длины корней въ сантиметрахъ.

Число.	6° — 9°						12° — 17°						24° — 28°						
	Овесъ.		Горчица		Лепъ		Овесъ		Горчица		Лепъ		Овесъ		Горчица		Лепъ		
	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	№ 1	№ 2.	
10 іюня	0,7	—	3,2	2,4	1,6	1,5	1,2	3,0	1,8	2,7	1,9	—	1,9	—	—	—	—	—	3,2
11 "	1,6	—	3,9	2,9	3,1	2,9	4,3	3,9	3,4	2,7	3,2	—	7,2	—	—	—	—	—	4,9
12 "	2,3	2,6	4,2	3,4	4,6	3,8	4,6	7,5	6,7	3,9	4,0	—	8,4	—	—	—	—	—	7,5
13 "	3,2	3,8	5,2	4,7	5,5	4,8	5,5	9,1	9,1	6,0	5,3	—	11,1	—	—	—	—	—	—
14 "	4,2	4,1	7,0	5,8	5,9	5,5	7,9	19,2	11,9	7,5	7,1	—	14,2	—	—	—	—	—	—
15 "	6,0	4,2	7,7	7,9	8,8	6,3	8,8	—	12,4	11,0	9,3	—	9,7	—	—	—	—	—	—
16 "	6,7	—	8,7	10,2	7,4	7,6	7,1	—	14,7	13,2	10,9	—	14,2	—	—	—	—	—	—
17 "	8,2	9,1	10,0	10,2	10,2	10,2	10,2	—	16,8	13,2	12,6	—	14,2	—	—	—	—	—	—
18 "	9,0	10,1	10,0	11,1	8,1	7,9	8,1	—	20,5	14,5	13,7	—	19,5	—	—	—	—	—	—
19 "	10,0	10,8	11,6	11,5	8,7	8,8	8,8	—	—	15,8	14,5	—	19,5	—	—	—	—	—	—
20 "	11,5	12,0	15,6	12,2	9,2	9,8	9,8	—	—	—	16,5	—	20,5	—	—	—	—	—	—
21 "	12,1	12,4	17,3	13,1	10,4	10,3	10,3	—	—	—	—	—	20,5	—	—	—	—	—	—
22 "	12,9	14,0	17,7	14,3	10,4	11,4	11,4	—	—	—	—	—	24,0	—	—	—	—	—	—
23 "	13,4	14,7	—	—	15,1	10,8	11,7	—	—	—	—	—	24,6	—	—	—	—	—	—
24 "	14,3	—	—	—	16,1	11,9	12,6	—	—	—	—	—	24,6	—	—	—	—	—	—
25 "	16,0	19,1	20,4	20,4	12,4	14,0	14,0	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
26 "	18,9	20,4	22,5	22,8	12,4	15,4	15,4	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
27 "	21,5	25,7	24,2	25,8	15,6	17,3	17,3	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
28 "	26,2	27,3	30,0	28,0	19,8	18,8	18,8	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
29 "	—	28,4	—	—	26,6	20,9	20,9	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
30 "	—	—	—	—	—	22,2	22,2	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
1 іюля	—	—	—	—	—	23,4	23,4	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
2 "	—	—	—	—	—	25,2	25,2	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
3 "	—	—	—	—	—	25,5	25,5	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—
4 "	—	—	—	—	—	27,4	27,4	—	—	—	—	—	27,2	—	—	—	—	—	—

1) Чертой обозначается, что прироста корней не видно вслѣдствіе того, что корни отошли отъ стѣнки сосуда.  
2) Буква д. обозначаетъ, что корни достигли до низу стекла.



выхъ растений прошли слой почвы около 30 сант. въ среднемъ въ 14 дней со времени посѣва, корни же растений, развивавшихся въ почвѣ съ низкой температурой, потребовали для того же въ среднемъ слишкомъ 30 дней. Слѣдовательно, повышенная до извѣстнаго предѣла температура почвы, какъ и должно быть, содѣйствовала ускоренію роста корней въ длину.

Обращаясь къ разсмотрѣнію результатовъ опытовъ 1902 года (см. таб. I), мы прежде всего отмѣтимъ, что наиболѣе высокій урожай надземныхъ частей у *различныхъ* растений, бывшихъ въ нашихъ опытахъ, получился при разныхъ температурахъ почвы; а, именно, у горчицы наивысшій вѣсъ надземныхъ частей оказался при повышенной температурѣ почвы, у овса—при нормальной и, наконецъ, у льна—при пониженной; въ соотвѣтствіи съ этимъ горчица дала наименьшій урожай въ охлаждавшейся почвѣ, а ленъ—въ нагрѣвавшейся. Такой результатъ, находится въ прямой связи съ потребностью этихъ растений въ теплѣ.

При обзорѣ же данныхъ вѣса корней <sup>1)</sup> мы наблюдаемъ инныя соотношенія, чѣмъ для надземныхъ частей: оказывается, что вѣсъ корней у всѣхъ растений былъ наибольшій въ почвѣ, подвергавшейся охлажденію; особенно рѣзко вліяніе температуры почвы сказалось на овсѣ; такъ, корни этого растенія изъ охлаждавшейся почвы вѣсили 21,87 гр., тогда какъ въ двухъ другихъ случаяхъ 14,98 гр. и 17,27 гр. Сравнительное развитіе корней у овса и льна вполне ясно и наглядно выразилось также въ ихъ внѣшнемъ видѣ, какъ это видно изъ прилагаемой фотографіи (см. въ концѣ книги). Вычисляя далѣе для нашихъ растений относительный вѣсъ корней ко всему растенію, мы получаемъ еще болѣе рельефныя данныя благопріятнаго вліянія пониженной температуры почвы въ первый періодъ роста растений на развитіе ихъ корней (См. таб. I). Изъ вычисленныхъ, такимъ образомъ, данныхъ только вѣсъ корней овса при нормальной температурѣ почвы оказывается въ нѣкоторомъ несоотвѣтствіи, а именно, онъ ниже, чѣмъ у растений въ почвѣ, подвергавшейся нагрѣванію; это отклоненіе могло зависеть отъ поврежденія овса шведской мухой.

Полученныя нами данныя для трехъ растений стоятъ въ полномъ соотвѣтствіи съ результатами опытовъ А. П. Тольскаго. У послѣдняго особенно интересны данныя для первоначальнаго развитія овса, пока растенія еще находились въ почвахъ съ раз-

<sup>1)</sup> Приведенныя данныя для вѣса корней получены взвѣшиваніемъ корней въ воздушно-сухомъ состояніи и вычитаніемъ золы, оставшейся послѣ сжиганія корней изъ полученнаго вѣса.

личной температурой. Мы позволимъ себѣ ихъ здѣсь привести. А. П. Тольскимъ, во-первыхъ, былъ опредѣленъ вѣсъ сухого вещества надземныхъ частей и корней у овса, когда послѣдній имѣлъ „по три только что раскрывшихся листа“ (стр. 738); при этомъ получены слѣдующія данныя:

	№№ сосудов	Вѣсъ стеб.	Вѣсъ кор.	$\frac{\text{Вѣсъ кор.}}{\text{Вѣсъ стеб.}}$
При выс. темп.	{ 1	0,1834	0,0826	0,450
	{ 5	0,1960	0,1033	0,527
„ низ. „	{ 9	0,7220	1,2952	1,794
	{ 13	0,5674	1,1595	2,080
„ норм. „	{ 17	0,3375	0,5047	1,495
	{ 21	0,3568	0,5624	1,576

Во-вторыхъ, г. Тольскимъ произведено взвѣшиваніе надземныхъ частей и корней въ началѣ кущенія овса, оставшагося до этой стадіи развитія въ почвахъ различной температуры; полученные данныя собраны имъ въ нижеслѣдующую таблицу:

	№№ сосудов	Вѣсъ стеб.	Вѣсъ кор.	$\frac{\text{Вѣсъ кор.}}{\text{Вѣсъ стеб.}}$
При выс. темп.	4 (1 раст.)	0,1390	0,1618	1,164
	8 (6 раст.)	0,8008	0,8745	1,092
„ низ. „	10	1,5951	2,6967	1,691
	14	1,8260	2,6240	1,437
„ норм. „	17	0,3375	0,5047	1,495
	21	0,3568	0,5624	1,576

Приведенныя данныя взвѣшиванія овса, полученные г. Тольскимъ, говорятъ сами за себя: овесъ, достигая по внѣшнему виду одного и того же развитія въ почвахъ различной температуры, по вѣсу сухого вещества весьма различенъ; весьма рѣзко выдѣляется овесъ, росшій при пониженной температурѣ, высокимъ вѣсомъ сухого вещества надземныхъ частей, особенно же корней. Результаты взвѣшиванія растений въ концѣ опыта у г. Тольскаго дали недостаточно опредѣленные результаты.

Во всякомъ же случаѣ, принимая во вниманіе данныя Бялоблочнокаго, Тольскаго и наши въ совокупности, намъ кажется, что въ настоящее время можно считать установленнымъ фактомъ благопріятное вліяніе низкой температуры (6—9°) почвы на развитіе корней у овса; то же самое, вѣроятно, окажется и для нѣкоторыхъ другихъ растений.

Большій вѣсъ надземныхъ частей и особенно корней у растений, достигшихъ одинаковаго внѣшняго развитія при относительно низкой температурѣ почвы, находитъ себѣ объясненіе въ



томъ, что пониженная температура почвы, рѣзко задерживая внѣшній ростъ растений, если и замедляетъ, то значительно менѣе усвоеніе углекислоты, совершающееся подъ вліяніемъ свѣтовыхъ лучей, почему растеніе при медленномъ ростѣ подъ вліяніемъ низкой температурѣ почвы накопляетъ за продолжительный періодъ въ большихъ количествахъ органическое вещество, чѣмъ при быстромъ ростѣ при повышенной температурѣ. Накопленный же запасъ, надо думать, благоприятно вліяетъ на дальнѣйшее развитіе корневой системы; вмѣстѣ съ тѣмъ, весьма вѣроятно, что въ томъ же направленіи играетъ роль и то строеніе корней, которое они получаютъ при низкой температурѣ почвы.

Какъ вліяетъ болѣе сильное развитіе корней растений, развившихся подъ вліяніемъ низкой температуры почвы, на ростъ надземныхъ частей (на урожай)—это вопросъ, который требуетъ особой разработки; въ нашихъ опытахъ развитіе сильной корневой системы не влекло еще за собою повышенія урожая; но едва ли было бы правильно, полученный нами результатъ переносить на растенія, развивающіяся при полевыхъ условіяхъ, такъ какъ при нашихъ опытахъ растенія находились при весьма благоприятныхъ условіяхъ питанія и влаги, что въ полевой культурѣ можетъ и не быть; а тогда скорѣе можно допустить, что сильная корневая система скажется въ благоприятномъ вліяніи на урожай. Замѣтимъ, что наши опыты не затрагиваютъ весьма важнаго вопроса о длинѣ или глубинѣ развитія корней у растений, произрастающихъ на почвахъ съ различною температурой. Затѣмъ, не подлежитъ сомнѣнію, что низкая температура почвы, вліяя на увеличеніе сухого вѣса корней растений, проявляетъ свое воздѣйствіе на растеніе и еще во многихъ другихъ отношеніяхъ: на воспринятіе растеніемъ минеральныхъ веществъ, <sup>1)</sup> на испареніе воды и т. п. Все это вопросы, которые требуютъ особаго изученія. Относительно испаренія воды упомянемъ, что наши опыты этого

<sup>1)</sup> Въ подтвержденіе этого можно привести данныя Бялоблочкина: % содержаніе золы въ сухомъ веществѣ при его опытахъ было слѣдующее:

Темпер. почвы.	въ надз. част.	въ корняхъ.	во всемъ раст.
10°	7,26	21,42	9,31
20	6,87	16,37	7,89
30	9,79	12,35	10,70
40	11,54	15,21	12,16
нормальн.	7,73	20,38	9,62

года показали, что растенія, развивавшіяся при низкой температурѣ почвы, испаряютъ при одинаковомъ внѣшнемъ развитіи меньше воды, чѣмъ растенія, произраставшія при нормальной и повышенной температурѣ почвы. Оставляя описаніе опытовъ этого года до ихъ окончанія, въ заключеніе этой статьи считаю пріятнымъ долгомъ принести искреннюю благодарность К. К. Гедройцу и П. Г. Лосеву, при ближайшемъ участіи которыхъ были выполнены выше описанные нами опыты.

**PROF. P. KOSSOWITSCH. Die Entwicklung der Wurzeln in Abhängigkeit von der Temperatur des Bodens in der ersten Periode des Wachstums der Pflanzen.**

Die frühe Aussaat des Hafers in den feuchten, noch Kalten Boden ist nach der Ansicht vieler Landwirte des Schwarzerdegebiets eine sehr wichtige Vorbedingung sicherer Ernten dieser Pflanze. Jedoch sind bei feldmässigem Anbau die Wachstumsbedingungen, die beim Vergleichen der frühen mit der späten Aussaat in Betracht gezogen werden müssen, so compliciert, dass es unmöglich ist einen Schluss über die unmittelbare Ursache des günstigen Einflusses der frühen Aussaat auf die Haferernten zu ziehen; es lässt sich auf diese Weise nicht entscheiden, ob dieser günstige Einfluss nur auf dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens beruht, oder ob dabei auch die niedrige Temperatur des Bodens eine Rolle spielt. Noch schwieriger ist es aus den in der Wirtschaft gemachten Beobachtungen festzustellen, in welcher Richtung die eben genannten äusseren Wachstumsbedingungen auf die Entwicklung des Hafers einwirken, um schliesslich in einer höheren Ernte zum Ausdruck zu kommen.

Der Wunsch, die Frage über den Einfluss einer niedrigen Bodentemperatur in der ersten Wachstumsperiode des Hafers auf die Entwicklung dieser Pflanze direct experimentell zu prüfen, hat uns veranlasst entsprechende Versuche im Landw. chem. Lab. des Ackerbauministeriums anzustellen; solche Versuche sind von A. P. Tolsky ausgeführt und in dem Aufsatz „Zur Frage über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung der Wurzeln“ <sup>1)</sup> veröffentlicht worden.

Die von A. P. Tolsky erhaltenen Resultate bestätigten im allgemeinen die Daten von Bjaloblozky <sup>2)</sup> und zeigten, dass die Entwicklung der Haferwurzeln verstärkt wurde, wenn in der ersten Zeit des Pflanzenwachstums die Bodentemperatur eine niedrige war. Jedoch sind diese Resultate nicht ausgesprochen genug gewesen, und ausserdem konnte die Versuchsanstellung

<sup>1)</sup> Journ. f. exp. Lw. 1901 S. 730.

<sup>2)</sup> Lw. Versuchs. St. XIII. 1871 S. 424—472, sowie Beiträge zu d. naturw. Grundl. d. Ackerbaus 1883.



selbst Anlass zu Zweifeln an der völligen Zuverlässigkeit des aus den Ergebnissen gezogenen Schlusses geben; sämtliche Versuchspflanzen waren nämlich gleichzeitig bei verschiedener Bodentemperatur ausgesät worden, so dass infolge der ungleich schnellen Anfangsentwicklung ihre verschiedenen Wachstumsphasen nicht unter identischen klimatischen Bedingungen verlaufen konnten.

Zu unseren Versuchen benutzten wir rechteckige Gefässe, deren drei senkrechte Wandungen aus Zinkblech, die vierte aber aus einer ausziehbaren geneigten Glasplatte bestanden <sup>1)</sup>. Die Gefässe hatten folgende Masse; Höhe—40 cm.; oben—die zwei Längsseiten je 20 cm., und die Querseiten je 12 cm.; unten waren die Gefässe schmaler: Statt 12 cm. — 6 cm. Zu den Versuchen wurde ein Schwarzerdeboden (6915 gr. pro Gefäss) genommen, der nicht nährstoffreich war daher erhielten alle Gefässe eine Volldüngung, bestehend in: 0,5 gr. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5 gr. K<sub>2</sub>O in K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und 0,75 gr. N in Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; der Feuchtigkeitsgehalt wurde in den Gefässen bei 27,3% des trockenen Bodens unterhalten, was 1,888 kg. Wasser pro Gefäss entspricht. Da die Gefässe dank der ausziehbaren Glaswand für Wasser nicht undurchlässig waren, so wurden sie, um sie inmit Wasser gefüllte Kasten stellen zu können, in für Wasser undurchlässige Zinküberzüge von entsprechender Form eingesetzt.

Die verschiedene Temperatur des Bodens wurde dadurch erreicht, dass man die Gefässe in grosse mit Wasser gefüllte Zinkkasten senkte, die in den Erdboden eingegraben waren; dabei wurde in einem der Kasten das Wasser durch Zusatz von Eis abgekühlt, und seine Temperatur schwankte hier zwischen 6° und 8°; in dem zweiten Kasten wurde das Wasser von unten durch eine Petroleumlampe erwärmt und zwischen 26° und 30° erhalten; im dritten Kasten stand die Temperatur des Wassers nur unter dem Einfluss des umgebenden Mediums (des Erdbodens und der Luft) und schwankte zwischen 12° bis 17°. Obgleich der Boden in den Gefässen mit Sägespänen bedeckt war, entsprach die Temperatur der oberen Schichten doch nicht derjenigen des die Gefässe umgebenden Wassers; so war in einer Tiefe von 8 cm. der Boden in den der Abkühlung unterworfenen Gefässen durchschnittlich um 2° wärmer, als das Wasser, während umgekehrt in den der Erwärmung unterworfenen Gefässen der Boden in derselben Tiefe durchschnittlich sich um 2° kälter hielt, als das Wasser.

Zu den Versuchen zogen wir ausser *Hafer* noch *Senf* und *Lein* heran. Die Aussaat ist in nachstehender Reihenfolge ausgeführt worden: Zuerst, am 29 Mai, wurden alle drei Pflanzen in die der Abkühlung unterworfenen Gefässe ausgesät, dann, sechs Tage später (am 4 Juni) kamen die Gefässe mit gewöhnlicher Temperatur an die Reihe, und endlich, nach noch 8 Tagen,—diejenigen, in

<sup>1)</sup> Innen waren die Gefässe (auch die Glasplatten) mit Damaralack bedeckt, da Sandkulturen in denselben Gefässen deutlich einen schädlichen Einfluss des Fensterglases gezeigt hatten; wurden die Pflanzen nicht in Sand, sondern im Boden kultiviert, so war ein solcher Einfluss dem Augenschein nach nicht zu constatieren.

den der Boden der Erwärmung unterworfen wurde; bei solcher Anordnung der Aussaat und indem man die Erwärmung und Abkühlung der Gefässe etwas regulierte, ist es uns zu erreichen gelungen, dass alle Pflanzen einer Art (z. B. Hafer) zu einer gewissen Zeit in sämtlichen Gefässen eine annähernd gleiche Entwicklung erreichten, worauf sämtliche mit der betreffenden Pflanze bestanden Gefässe aus dem Wasser herausgenommen und draussen zwischen Brettern aufgestellt wurden. Hinsichtlich der Entwicklung der Pflanzen ist zu bemerken, dass sie bei allen Pflanzen eine vollständig normale war, nur der Hafer hat durch Oscinis frit gelitten, so dass die Bestockung und Halmbildung nicht regelrecht waren. Die Gefässe befanden sich während des ganzen Versuchs unter freiem Himmel; nur in der ersten Zeit sind sie bei starkem Regen durch Warmbeetfenster geschützt worden. Das Wetter ist im Sommer 1902 ein ausserordentlich regnerisch und kalt gewesen, was im Verein mit der späten Aussaat zur Folge hatte, dass die Pflanzen bis Ende September nicht in allen Gefässen ausgereift waren und zum Teil nicht vollständig reif geerntet werden mussten.

Bei den Versuchen des Jahres 1902 haben wir die Schnelligkeit des Wachstums der Wurzeln bei verschiedener Bodentemperatur nicht bestimmt; das ist von uns bei den Versuchen des Jahres 1901 ausgeführt worden, wobei der Einfluss der Temperatur sehr scharf zum Ausdruck gekommen ist: Je niedriger die Temperatur, desto langsamer vertieften sich die Wurzeln in den Boden, was auch zu erwarten war; so z. B. durchdrangen die Pflanzenwurzeln eine Bodenschicht von circa 30 cm. bei erhöhter Temperatur des Bodens in 14 Tagen nach der Aussaat, während die Wurzeln der Pflanzen, die sich unter Erniedrigung der Bodentemperatur entwickelten, dazu über 30 Tage benötigten.

Wenn wir uns nun zur Betrachtung der Tabelle 1 (s. 4—5) wenden, so ersehen wir zunächst, dass die Höchsternte an oberirdischen Teilen bei *verschiedenen* der zu unseren Versuchen herangezogenen Pflanzen bei verschiedenen Temperaturen des Bodens erzielt worden ist, und zwar hat Senf das Höchstgewicht an oberirdischen Teilen bei erhöhter Bodentemperatur, Hafer — bei normaler, und, endlich, Lein—bei Abkühlung des Bodens; im Einklang damit hat Senf die geringste Ernte bei Abkühlung des Bodens, Lein dagegen—bei erhöhter Bodentemperatur gebracht. Dieses Resultat steht im directen Zusammenhange mit dem Wärmebedürfnis der genannten Pflanzen.

Betrachtet man dagegen die das Gewicht der Wurzeln betreffenden Daten <sup>1)</sup>, so treten andere Beziehungen hervor, wie für die oberirdischen Teile: Es stellt sich heraus, dass das Gewicht der Wurzeln bei allen Pflanzen in dem Boden am höchsten war, der Abkühlung unterworfen wurde. Besonders scharf hat die Bodentemperatur den Hafer beeinflusst: So wogen die Wurzeln dieser Pflanze

<sup>1)</sup> Die für das Wurzelgewicht angeführten Daten sind durch Wägung der lufttrockenen Wurzeln und durch Abziehen von dem so erhaltenen Gewicht des Gewichts der Asche gewonnen worden, die nach dem Verbrennen der Wurzeln restierte.



bei Abkühlung des Bodens 21,87 gr., während die entsprechenden Zahlen in den beiden anderen Fällen 14,98 gr. und 17,27 gr. betragen. Die relative Entwicklung der Wurzeln ist beim Hafer und Lein vollständig deutlich auch in ihrem äusseren Ansehen zum Ausdruck gekommen, wie die beigegefügte photographische Aufnahme zeigt.

Somit glauben wir, gestützt auf die Gesamtheit der von Bjaloblozky, Tolsky und uns gewonnenen Daten, den günstigen Einfluss der niedrigen (6—9°) Temperatur des Bodens auf die Entwicklung des Hafers als feststehendes Factum ansehen zu dürfen; dasselbe würde sich wahrscheinlich auch für einige andere Pflanzen feststellen lassen.

Das höhere Gewicht der oberirdischen Teile und besonders der Wurzeln der Pflanzen, die bei relativ niedriger Temperatur des Bodens die gleiche äussere Entwicklung erreicht haben, können so erklärt werden, das die niedrige Bodentemperatur wohl das äussere Wachstum der Pflanzen sehr entschieden hintanhält, die unter dem Einfluss Lichtstrahlen vor sich gehende Assimilation der Kohlensäure aber, wenn überhaupt, so doch bedeutend weniger verlangsamt; auf diese Weise produziert die bei niedriger Temperatur des Bodens langsam wachsende Pflanze, wenn sie die gleiche äussere Entwicklung erreicht hat, grössere Mengen an organischer Substanz, als die im Boden mit erhöhter Temperatur schnell wachsende Pflanze.

Wie die stärkere Entwicklung der Wurzeln derjenigen Pflanzen, die bei niedriger Bodentemperatur aufgewachsen sind, die Entwicklung der oberirdischen Teile (die Ernte) beeinflusst, das ist eine Frage, die besonders bearbeitet werden muss. Bei unseren Versuchen zog eine stärkere Entwicklung des Wurzelsystems nicht notwendig eine Erhöhung der Ernte nach sich, jedoch wäre es kaum richtig, das von uns erhaltene Resultat auf die Verhältnisse des Anbaues im Grossen zu übertragen, da bei unseren Versuchen die Pflanzen sehr günstige Feuchtigkeits—und Ernährungs-Bedingungen zur Verfügung hatten, die beim feldmässigen Anbau durchaus nicht immer geboten werden; fehlen aber derartige günstige Wachstumsbedingungen, so kann man eher annehmen, das ein starkes Wurzelsystem die Ernte günstig beeinflussen wird. Es muss darauf hingewiesen werden, das unsere Versuche die sehr wichtige Frage über das Längen—oder Tiefenwachstums der Wurzeln der sich bei verschiedener Bodentemperatur entwickelnden Pflanzen nicht berühren. Ausserdem kann nicht bezweifelt werden, das die niedrige Bodentemperatur, indem sie das Gewicht der Trockensubstanz der Pflanzenwurzeln vergrössert, auf die Entwicklung der Pflanzen in vielen anderen Beziehungen einwirken muss, als da sind: Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden, Verdunstung des Wasser u. drgl. Das Alles sind Fragen, die eines besonderen Studiums bedürfen. Hinsichtlich der Verdunstung sei erwähnt, das unsere Versuche in dieser Beziehung zeigen, das Pflanzen, die sich bei niedriger Bodentemperatur entwickelt haben, bei gleicher äusserer Entwicklung weniger Wasser verdunsten, als diejenigen, die bei normaler oder erhöhter Bodentemperatur aufgewachsen sind.



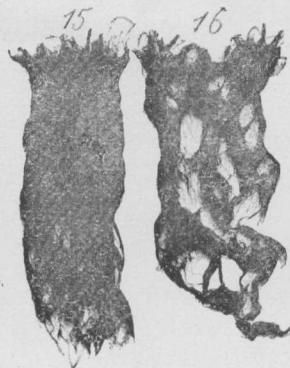
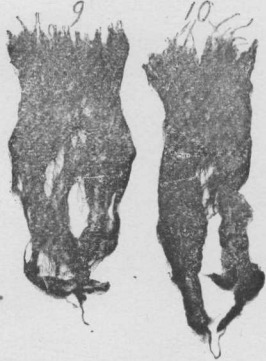
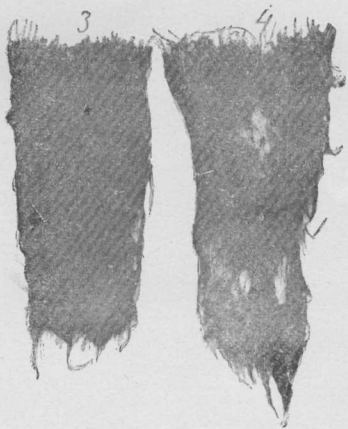
Развитіе корней при различной температурѣ почвы:  
Die Entwicklung der Wurzeln bei der verschiedenen Bodentemperatur:

6°—8°

12°—17°

26°—30°

Овса:  
des Hafers:



Льна:  
des Leins:

