

СТЕПЕНЬ ЗИЯНИЯ УСТЬИЦ, ИНТЕНСИВНОСТЬ АССИМИЛЯЦИИ И СУТОЧНЫЙ БАЛАНС ВЛАГИ В ЛИСТЬЯХ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ

На хорошо удобренном поле, под воздействием улучшенного питания из почвы, в организме растения происходят изменения, способствующие усилению питания растения из воздуха. Нам необходимо знать природу этих изменений растения, ведущих к получению повышенных урожаев, чтобы научиться ими сознательно руководить.

Посевы яровых с внесением искусственных удобрений в Восточной Сибири имеют огромные преимущества перед неудобренными посевами, поэтому всестороннее изучение этих посевов представляет большой практический интерес.

В июле и августе 1938 г. нами были поставлены наблюдения, целью которых было попытаться проследить характер изменений степени зияния устьиц, энергии фотосинтеза и суточного баланса влаги в листьях яровой пшеницы, зависящих от внесения минеральных удобрений в почву.

Наблюдения проводились в полевой обстановке на опытном участке Иркутского сельскохозяйственного института, на опытах с минеральными удобрениями кафедры агрохимии.

1. Объекты и методика наблюдений

Под наблюдением была яровая пшеница Лютесценс 062 на опытных делянках с минеральными удобрениями и без удобрений. Посевы были произведены одновременно (5/V), на одном поле, в делянки размером 132 кв. м с трехкратной повторностью.

На делянках, бывших под наблюдением, вносились следующие удобрения: азот—в виде сульфата аммония, из расчета 90 кг действующего начала на га; фосфор—в виде суперфосфата, из расчета 120 кг на га и калий—в виде хлористого калия, также 120 кг на га. Удобрения были внесены в один прием перед посевом, по следующей схеме: NP, NK и NPK.

Методика наблюдений за балансом влаги в листьях была принята нами следующая.

В определенные часы дня, одновременно на всех делянках с растений исследуемой культуры отрезались листья и быстро замыкались в заранее взвешенные стаканчики. Стаканчики с листьями поступали в лабораторию опытного поля, взвешивались на аналитических весах, после чего сушились при $100-105^{\circ}\text{C}$ до постоянного веса. Содержание воды исчислялось в $\frac{0}{100}\%$ к сырому весу. Навески для одной пробы с каждой делянки брались в 2—3-кратной повторности. Листья для одной навески срезались с нескольких экземпляров растений, причем для опыта брались только вполне развитые листовые пластинки верхнего яруса. Кроме того, у листьев, поступающих в навеску, срезались верхушки, которые часто бывают слегка подсохшими. Стало быть, для определения влажности бралась только вполне здоровая часть листовой пластинки. Если в момент взятия пробы на листьях была роса, листья раскладывались на пропускной бумаге по одному, роса удалялась и только после этого их закрывали в стаканчики.

Одновременно со взятием проб листьев производился отсчет на метеорологических приборах, размещенных здесь же в защитной полосе делянок. Метеорологические приборы устанавливались у поверхности почвы на уровне верхнего яруса листьев. Результаты метеорологических наблюдений занесены в таблицы вместе с данными влажности листьев.

Степень зияния устьиц определялась порометром Дарвина. Порометр был приготовлен из градуированной пипетки, на которой были отмечены два постоянных деления: начальное—0,0 и конечное—1,0 куб. см. Скорость фильтрации воздуха через устьица и паренхиму листа определялась по продолжительности падения столба жидкости в пипетке от начального до конечного отмеченных нами делений. Отсчет времени производился с помощью секундомера. Таким образом, степень зияния устьиц выражалась в секундах времени, необходимого для фильтрации 1 см³ воздуха через лист.

К колокольчику порометра (диаметром 3 мм) замазкой (смесь канифоли с касторовым маслом) приклеивался только что отрезанный участок листа. Отрезки листовой пластинки брались не короче 4 см. Определение состояния устьиц производилось вначале в верхней, затем в средней и, наконец, в нижней части листа, которые в соответствующем порядке перед определением быстро отрезались и приклеивались к колокольчику. На каждой части листа делался один отсчет времени. Средний показатель отсчетов определялся из опытов на 6 листьях, т. е. из 18 отсчетов. Этот исчисленный средний показатель и заносился в таблицы результатов наблюдений.

Наблюдение за интенсивностью ассимиляции проводилось по методу половинок Сакса. На листьях верхнего яруса утром брались участки одной половины листа, в полдень или в конце дня такие

же участки вынимались из второй половины листа. В качестве шаблона, с помощью которого вырезались равные участки, было взято пробочное сверло диаметром 4,5 мм. С каждой половинки листа вырезалось по 3 кружочка. Для одной навески участки вырезались из 4 листьев. Навески брались в 2—3-кратной повторности для каждой пробы, т. е. по 24—36 кружочков. В бюксах пробы высушивались при температуре=100—105°, до постоянного веса и взвешивались на аналитических весах. Разность в сухом весе, между пробой второй половины дня и утренней пробой, заносилась в таблицы наблюдений. Учет оттока и расхода ассимилятов на дыхание не производился.

Все наблюдения за суточным балансом влаги в листьях, степенью зияния устьиц и энергией ассимиляции были проведены в период от колошения до молочной спелости опытных злаков.

Заканчивая изложения методики наблюдений, необходимо указать на одну особенность в метеорологических условиях вегетационного периода 1938 г. Обращает на себя внимание количество осадков, выпавшее за пять летних месяцев. По данным Иркутской метеорологической станции, осадки распределялись так:

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
1938	27,3	302,8	130,8	135,0	86,2
Средние по многолетним данным	30,0	68,9	86,7	82,8	41,2

Как видно по этим данным, количество осадков было настолько обильным, что о недостатках влаги на опытных делянках не могло быть и речи. Поэтому различия в физиологических процессах, наблюдаемые нами у яровой пшеницы, необходимо отнести главным образом за счет удобрений, так как остальные условия в постановке полевых опытов были одинаковы.

2. Результаты наблюдений

* Первое наблюдение за влажностью листьев было проведено в фазу цветения исследуемой культуры. В день наблюдения стояла ясная, жаркая погода с облачностью в 1—2 балла. С.-з. ветер не превышал 2 баллов, утром в 6 ч., как и во все утренние часы последующих дней наблюдений, была обильная роса.

Результаты этого наблюдения следующие:

Таблица 1

Содержание воды в листьях пшеницы 15 июля

(в ‰ к сырому весу)

Повторности	Удобрения	Влажность листьев			Метеор. наблюдения		
		6 час.	13 час.	18 ¹ / ₂ час.	часы наблюдения	температура воздуха	относит. влаж. воздуха
1	О	72,2	67,8	67,4	6	5,4	98
	NP	71,9	67,3	66,8	13	28,2	69
	NK	73,2	69,4	68,4	18 ¹ / ₂	25,4	70
	NPK	74,7	70,4	68,6			
2	О	73,8	70,2	69,1			
	NP	73,0	68,9	67,9			
	NK	73,2	69,5	68,3			
	NPK	74,0	—	68,4			
3	О	73,8	69,6	68,4			
	NP	72,5	68,0	67,2			
	NK	74,7	70,5	70,1			
	NPK	74,8	68,3	70,5			

Как видно по данным первого наблюдения, влажность листьев испытываемого сорта пшеницы во все часы наблюдения и по всем повторностям опыта с удобрениями была достаточно высокая. Наблюдавшийся во второй половине дня дефицит влаги в листьях не превышал 8—10‰ от влажности, установленной в 6 ч. Содержание воды в листьях пшеницы, получивших NPK, на 1—2‰ выше чем в опыте без удобрения. Однако эти отклонения незначительны и вряд ли они выходят за пределы возможной ошибки. Других более резких отклонений не наблюдалось.

В следующие дни опытов (26/VII, 27/VII, 7/VIII) также не наблюдалось особых различий в показателях влажности листа у культур с минеральными удобрениями и без удобрений (см. таб. 2).

Таким образом в дальнейших наших наблюдениях за степенью зияния устьиц и интенсивностью накопления ассимилятов в листьях Лютеценс 062, мы имели дело с растениями, имеющими одинаковую влажность тканей листа.

В наблюдениях за ходом изменений зияния устьиц в разные часы дня, проведенных в период налива зерна опытного растения (26/VII и 27/VII), получены следующие результаты (см. табл. 3 и 4).

Содержание воды в листьях пшеницы
(в % к сырому весу)

Таблица 2

Дата набл.		Процент воды в листьях					Метеор. данные		
		6 ч.	8 ч.	13 ¹ / ₂ ч.	14 ¹ / ₂ ч.	18 ¹ / ₂ ч.	часы наблю- дения	° воз- духа	относит. влажн. воздуха
26 июля	Без удоб- рений	—	69,2	66,6	—	66,8	8	15,6	88
	· NPK	—	69,6	67,8	—	67,6	13 ¹ / ₂ 19 ¹ / ₂	27,0 21,8	63 89
27 июля	Без удоб- рений	74,1	—	67,8	—	66,3	6	14,8	98
	NPK	74,6	—	67,0	—	69,9	13 ¹ / ₂ 16 ¹ / ₂	26,5 21,2	65 83
7 августа	Без удоб- рений	73,2	—	—	67,7	66,5	7 ¹ / ₂	14,2	94
	NPK	76,7	—	—	66,2	67,0	14 ¹ / ₂	19,9	77

Таблица 3

Степень зияния устьиц у пшеницы Лютеценс 062, 26 июля

	Время, необходимое для фильтрации 1 см ³ воздуха через лист, в секундах		
	в 8 час.	в 13 ¹ / ₂ час.	в 18 ¹ / ₂ час.
Без удобрений . . .	18,5	6,9	Закрыты или почти закрыты
NPK	9,6	5,3	1—3 минуты

Таблица 4

Степень зияния устьиц на листьях Лютеценс 062, 27 июля

	Время, необходимое для фильтрации 1 см ³ воздуха через лист, в секундах				
	6 час.	11 час.	13 час.	16 ¹ / ₂ ч.	20 часов
Без удобрен. .	132,0	12,3	8,4	39,1	Закрыты или -2—3 мин.
NPK	22,7	5,6	8,6	11,4	Закрыты или 1—3 мин.

Как уже упоминалось ранее (в разделе „Методика наблюдений“), в табл. 3 и 4 нами приводятся средние данные многократных определений времени (в секундах), необходимого для фильтрации 1 куб. см воздуха через ткани листа.

По данным таблиц видно, что устьица на листьях пшениц получивших полные удобрения, открываются утром раньше и закрываются во вторую половину дня позднее, чем устьица на листьях того же сорта пшеницы без удобрений. Кроме того из данных этих же таблиц следует, что в середине дня у пшениц, в опыте с внесением удобрений, устьица раскрываются шире, чем у пшениц без удобрений.

Необходимо отметить, что в полдень как у контрольных растений, так и у растений на удобренных делянках уменьшения скорости фильтрации воздуха через лист не наблюдалось, хотя погода в дни наблюдений стояла ясная и довольно жаркая (см. табл. 2). Это явление, очевидно, необходимо связать с влажностью почвы и воздуха, которые по причине обильных дождей, выпадавших в течение всего лета, были сильно увлажнены.

Все эти выводы подтвердились во всех наших более поздних наблюдениях.

Таким образом, устьица на листьях пшениц, произрастающих на удобренном поле, раскрываются шире и на более продолжительный промежуток времени, чем на неудобренном. Это явление говорит о наличии более благоприятных условий для газового обмена и поглощения CO_2 у последних, одновременно, приближая нас к пониманию природы воздействия удобрений на энергию фотосинтеза. Прямые наблюдения за энергией ассимиляции в листьях подтверждают этот только что упомянутый вывод.

Первое наблюдение за приростом сухого вещества в листе было проведено в фазу цветения (16/VII).

В помещаемой ниже таблице приведены данные этого наблюдения.

Таблица 5

Накопление ассимилятов (в мг на пробу листьев) 16 июля

	с 6 ч. до 13 ¹ / ₂ ч.	с 6 ч. до 18 ¹ / ₂ ч.
Без удобрений	1,5 (100%)	0,65 (100%)
Удобрен. NPK	2,4 (157%)	1,6 (291%)

Как видно из таблицы, в листьях пшеницы, получившей NPK в первую половину дня с 6 до 13¹/₂ ч. получается прирост сухого вещества на 57% больше, чем в листьях пшениц без удобрений.

С 13¹/₂ ч. до 18¹/₂ ч. отток ассимилятов, повидимому, превышает скорость их накопления в листе и потому во вторую половину дня мы имели уменьшение показателя прироста сухого вещества; в опыте без удобрений в 18¹/₂ ч.—0,55 мг против 1,5 мг в 13¹/₂ ч. и в опыте с удобрениями в 18¹/₂ ч.—1,6 мг против 2,35 мг в 13¹/₂ ч. Таким образом и здесь к вечеру у пшениц, получивших удобрения, ассимилятов на единицу площади листа остается на 100% больше, чем в культуре без удобрений.

Однако, резких различий в накоплении ассимилятов у культур с удобрениями и без удобрений не наблюдается, если взять промежуток времени дня не с 6 ч. и до 18¹/₂ ч., а с 8 и до 14¹/₂ ч. (см. табл. 6).

Таблица 6

Дата набл.	Опыт	с 8 ч. до 13 ¹ / ₂ ч.	с 8 ч. до 14 ¹ / ₂ ч.
20 июля . .	без удобрен.	1,55	—
	НРК	1,30	—
6 августа .	без удобрен.	—	0,6
	НРК	—	0,6

Таким образом, по данным наших наблюдений, большой прирост ассимилятов в листьях пшеницы, получившей полные минеральные удобрения, в значительной части объясняется увеличением времени работы листа в течение дня.

Интенсивность ассимиляции (прирост ассимилятов в 1 час, на 1 м² площади листа) за первую половину дня также больше у культур на удобренном поле (см. таб. 7).

Таблица 7

Дата наблюдения	Часы наблюдения	Экспозиции	Прирост ассимилятов в 1 час. на 1 м ² площади листа	
			без удобрения	удобрен. НРК
10 июля	с 6 до 13 ¹ / ₂	7,5 час.		
20 июля	с 8 " 13 ¹ / ₂	5,5 "	0,964 г (100%)	1,068 г (110%)
6 августа	с 7 ¹ / ₂ " 14 ¹ / ₂	7,0 "		

Приняв показатель интенсивности ассимиляции в листьях культуры без удобрений за 100%, мы получаем у злаков, удобренных НРК, 110%.

Если судить об энергии ассимиляции только по приросту и весе определенной площади листа без учета оттока ассимилятов и учета расходования их на дыхание, то это увеличение интенсивности ассимиляции необходимо отнести за счет утренних часов. В середине дня, как нами было указано ранее (см. табл. 6), показатели интенсивности ассимиляции листьев удобренных и неудобренных пшениц почти равны между собой.

Наши наблюдения за интенсивностью ассимиляции были проведены в период от колошения до молочной спелости опытных знаков. Размер листьев и общая площадь листовой поверхности в этот период у пшениц, получивших минеральные удобрения, в 2—3 раза была больше, чем соответствующая площадь листьев пшениц без удобрений. Таким образом, даже в том случае, если бы показатели энергии ассимиляции удобренных знаков и неудобренных были равны, то и тогда у первых на одно растение ассимилятов приходилось бы в 2—3 раза больше, чем у вторых.

В итоге по данным наблюдений за ассимиляцией, можно сделать следующее заключение: листья яровой пшеницы на удобренном поле накапливают органические вещества интенсивнее, ассимилируют большее количество часов в течение одного дня и большей рабочей поверхностью листа, чем листья пшениц без удобрений.

Выводы

В задачу нашей работы входило провести наблюдения за суточным балансом влаги, энергией ассимиляции и степенью зияния устьиц на листьях яровой пшеницы в условиях Предбайкалья и проследить характер изменений упомянутых физиологических процессов от внесения минеральных удобрений в почву.

Работа проводилась на опытном поле Иркутского сельскохозяйственного института. Под наблюдением была яровая пшеница Лютеценс 062. Все наблюдения проведены в период от колошения до молочной спелости опытной культуры.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Влажность листьев испытываемого сорта пшеницы во все часы дня поддерживалась высокая, т. е. благоприятная для физиологических процессов растения. Резких различий в суточном балансе влаги в листьях культуры с минеральными удобрениями и без удобрений не наблюдалось. Показатель содержания воды в листьях пшениц, получивших минеральные удобрения, выше на 1—2%, чем у неудобренных, однако и это незначительное увеличение наблюдалось не всегда.

2. Устьица на листьях пшениц у культуры с полными минеральными удобрениями во все часы дня раскрываются шире, чем у

культуры без удобрений. Кроме того, у первой они днем раскрываются на более продолжительный промежуток времени.

3. Листья пшениц на делянках с удобрениями за день накапливают ассимилятов в несколько раз больше, чем в посевах без удобрений. Злаки на удобренных полях имеют:

а) более высокий показатель энергии фотосинтеза, б) большую продолжительность работы листа по усвоению CO_2 в течение одного дня, в) большую (в 2—3 раза) площадь листовой поверхности.

4. Большое положительное действие удобрений на физиологические процессы яровой пшеницы свидетельствует о недостатке запаса питательных веществ в почве и указывает на большую необходимость применения удобрений на полях Восточной Сибири.