

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Изложены результаты полевых экспериментов по изучению влияния агрометеорологических условий на формирования продуктивности ярового ячменя в степной зоне Украины. Установлено, что максимального значения биомассы листьев, стеблей и корней достигают при суммах эффективных температур порядка 500 – 600⁰С. Результаты полевого опыта могут быть использованы при построении модели продукционного процесса ярового ячменя.

Ключевые слова: агрометеорологические условия, полевой эксперимент, яровой ячмень, продуктивность.

Введение. В связи с изменчивостью погодных условий наблюдают значительные колебания урожаев ярового ячменя по территории Украины от года к году. Наиболее высокая продуктивность культуры ярового ячменя может быть достигнута при условии, если агроклиматические условия выращивания будут в наибольшей степени соответствовать биологическим требованиям культуры.

Решение этой задачи требует детальной оценки агрометеорологических условий возделывания культуры ярового ячменя. В связи с этим целью исследования являлось изучение влияния агрометеорологических условий на темпы развития, формирования стеблестоя и продуктивности ярового ячменя

Объектом исследования служили посевы ярового ячменя в течение 2000 – 2001 гг.

Методы исследования. В основу исследований был положен комплексный биолого-агрометеорологический эксперимент, целью которого было исследование влияния факторов внешней среды на состояние растений ячменя.

Программа полевого эксперимента включала ряд метеорологических, фенологических, агрометеорологических, биометрических, физиологических определений и наблюдений, необходимых для расчета и уточнения параметров влияния внешней среды на рост, развитие и формирование продуктивности ярового ячменя (табл.1).

Полевые опыты проводились на наблюдательных участках учебной агрометеорологической лаборатории Одесского экологического университета (АМЛ, ОГЭКУ) в с. Черноморка в 1999 – 2001 гг. В течение 1999 г. проводилась отработка методики определения ряда параметров, а также разработка и уточнение программы полевого эксперимента. В качестве опытной культуры был выбран яровой ячмень сорта Винер, районированный в южной степи Украины.

Основные черты геолого-геоморфического строения этого района обусловлены его положением на западной окраине Причерноморской равнины. Почвообразующей породой являются глинистые лессы, имеющие палево-бурый цвет, плотное сложение и высокую карбонатность. Почва – южный чернозем, уровень грунтовых вод на глубине более 10 м. Величина наименьшей полевой влагоемкости – 168 мм.

Агроклиматические условия района характеризуются продолжительным теплым летом, короткой малоснежной зимой, недостаточным увлажнением, относительно частой повторяемостью засух и суховеев. Наблюдается значительный приход солнечной радиации. Годовая сумма суммарной радиации составляет в среднем 4800 МДж/м², радиационного баланса – 1700 МДж/м². За период вегетации ярового

ячменя, длящейся в среднем 100 – 120 дней, эти цифры составят соответственно 2100 МДж/м² и 880 МДж/м².

Южная степная зона выделяется среди других зон Украины наибольшими тепловыми ресурсами и наибольшей продолжительностью активных процессов. Так, продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 5,0⁰С составляет 230 дней, при этом накапливается сумма активных температур порядка 3600⁰С. За период весенне-летней вегетации ярового ячменя сумма активных температур выше 5,0⁰С составляет в среднем 1500⁰С. Годовой ход температуры воздуха отличается максимальными значениями в июле (средняя месячная температура воздуха 20,0 – 23,0⁰С).

Таблица 1 - Программа проведения полевого опыта

№ пп	Характер наблюдений	Виды наблюдений	Периодичность производства наблюдений	Литературный источник
1	2	3	4	5
1.	Фенологические	– фазы развития растений	через день	1
2.	Биометрические	– высота растений; – густота стояния растений; – продуктивная кустистость; – сухая биомасса корней листьев стеблей колоса – удельная поверхностная плотность листьев; – площадь листьев; – количество развитых колосков в колосе; – количество зерен в колосе; – масса 1000 зерен;	один раз в декаду –" –" –" –" –" –" –" –" –" –" –" –" –" –" –" один раз в 5 дней –"	1 8 9

Для района характерен континентальный тип годового хода осадков с максимумом в теплое время года. В среднем за год выпадает 350-400 мм осадков, из них приблизительно 300 мм за теплый период. За период весенне-летней вегетации ярового ячменя выпадает порядка 130 мм осадков. Среднее значение ГТК за период составляет 0,68.

Запасы продуктивной влаги под посевами ярового ячменя на дату посева в среднем достигают 150 мм, однако, в некоторые годы вследствие малых сумм осадков за зимний период и значительного испарения с поверхности почвы к моменту сева ячменя они составляют 100 – 120 мм. Число дней со средней относительной влажностью воздуха ниже 30 % составляет в среднем 20, число суховеев за теплый период года – 10 – 15.

В период проведения эксперимента сухая масса растений определялась еженедельно, начиная со всходов ярового ячменя. Для этого в четырех местах участка выкапывалось по 20 растений, подсчитывалось число стеблей (после кущения до выхода в трубку). Подсчет продуктивных (потенциально продуктивных) стеблей производился после появления нижнего узла соломины. Затем определялись общий и продуктивный коэффициент кустистости.

Растительные пробы отбирались в поле, после этого у растений отрезали корни и отделялась мертвая масса, в которую входят отмершие части растений: сухие листья с влагалищами или их усохшие части, отмершие побеги и стебли. Взвешивалась мертвая и общая живая масса пробы. Рассчитывалась живая и мертвая масса среднего стебля. Умножением этих величин на густоту определялись живая и мертвая сырая масса на 1 м² посева.

Производился разбор растительной пробы на фитоэлементы: листья, стебли, колосья. Определение процента сухого вещества отдельных фитоэлементов пробы производилось путем высушивания небольшой навески (не менее 20 г) до абсолютно сухого состояния. Сушка проб проводилась в течение первого часа при температуре 100–105⁰С, а в дальнейшем – при 70–80⁰С и продолжалась до того момента, когда масса при последующем взвешивании она меняется не более, чем на 0,1 г. Процент сухого вещества рассчитывался путем деления сухой массы элемента на сырую массу. Расчет сухой массы элемента на единицу площади посева производился путем умножения сырой массы элемента на 1 м² посева на процент сухого вещества в нем.

Площадь ассимилирующей поверхности листьев определялась с помощью весового метода. С помощью метода высечек определялась удельная поверхностная плотность листьев (σ_l): у листа отсекались основание и кончик (приблизительно по 1/6 части от длины листа), затем измерялась его длина по жилке l_l и ширина в средней части d_l . Площадь прямоугольной или трапециевидной высечки S_l определялась по формуле

$$S_l = l_l \cdot d_l \quad . \quad (1)$$

Для определения σ_l проба составляет не менее 40 высечек. Сразу после взятия высечек они взвешивались. σ_l рассчитывались по формуле

$$\sigma_l = \frac{m_{40l}}{40 \sum_{n=1} S_l} \quad , \quad (2)$$

где m_{40l} – масса 40 высечек, г.

Площадь ассимилирующей поверхности листьев на единицу площади посева L рассчитывалась путем деления массы листьев на единицу площади m_l на σ_l

$$L = \frac{m_l}{\sigma_l} \quad . \quad (3)$$

При определении интенсивности фотосинтеза листьев использовался бескамерный способ, согласно методике [2]. Оценивалась средняя скорость фотосинтеза в течение нескольких часов. Для этого определялось относительное

изменение удельного содержание восстановленных веществ (μ^1) за единицу времени. При расчете интенсивности фотосинтеза необходимо знать содержание восстановленных веществ (m^1) и сырую биомассу (M^1) контрольной пробы, которая экспонировалась в течение заданного промежутка времени (τ_c) на свету.

Для контрольной пробы (индекс 0) содержание восстановленных веществ определялось по выражению

$$\mu_0^1 = \frac{m_0^1}{M_0^1} \quad (4)$$

Для пробы, которая экспонировалась на свету (индекс С)

$$\mu_c^1 = \frac{m_c^1}{M_c^1} \quad (5)$$

Относительное изменение в удельном содержании восстановленных веществ за единицу времени, выраженное в процентах $F\%$, определялось по уравнению

$$F\% = \frac{100\%}{\tau_c} \left(\frac{\mu_c^1 - \mu_0^1}{\mu_0^1} \right) = \frac{100\%}{\tau_c} \left(\frac{m_c^1 / M_c^1}{m_0^1 / M_0^1} - 1 \right) \quad (6)$$

Содержание восстановленных веществ определялось спектрофотометрированием реакционной смеси (бихромата калия с серной кислотой), в которой сжигалась проба.

Брались три одинаковые порции биоматериала весом 30–50 мг каждая. Одна из биопроб сразу фиксируется в хромовой смеси для сжигания. Две другие помещаются в чашечки с водой. Биопробы, размещенные в чашках с водой, экспонировались одна на свету, другая в темноте.

Экспозиция биоматериала на свету и в темноте начиналась в одно и то же время и продолжалась 6 часов. Такая продолжительность времени выбрана для того, чтобы изменение удельного содержания восстановленных веществ во время фотосинтеза было достаточно велико. Фиксация биопроб и их сжигание проводилось в тот же день.

Выдерживалась трехкратная повторность взятия биопроб с каждого изучаемого образца. Интенсивность фотосинтеза листового аппарата растений ярового ячменя измерялась в первую декаду после кушения и в даты массового наступления следующих фаз: выход в трубку, колошение, восковая спелость.

Результаты исследований и их анализ. Агрометеорологические условия в период проведения эксперимента в разные годы складывались разные.

В 2000 году дата сева ярого ячменя отмечалась 5.04, а дата полной спелости 17.07. Продолжительность вегетационного периода – 116 дней. В 2001 году – соответственно – 11.04 и 14.07 при длительности вегетационного периода 94 дня.

Следует отметить, что и в 2000 и в 2001 годах период весны – начала лета отличался пасмурной и неустойчивой погодой. Так, в 2000 году за период вегетации накопилось всего 595 часов суммарной продолжительности солнечного сияния, а в 2001 году – 600 часов, что составляет 70 и 75 % от нормы за соответствующие периоды, то есть за 94 дня и за 116 дней. Кроме того, 2000 год отличается также и пониженным уровнем термического режима: сумма эффективных температур выше 5⁰С

за весенне-летнюю вегетацию составила 874°C (85 % от нормы), в то время как в 2001 году эта величина равнялась 925°C , что почти соответствует норме (95 %).

В условиях юга Украины осадки являются основным фактором, определяющим условия для роста и развития ярового ячменя. Так за весенне-летний период выпало 157 мм осадков, или 125 % нормы. Благоприятные условия увлажнения подтверждаются и довольно высоким для Одесской области ГТК за вегетацию – 0.98.

Довольно хорошие условия увлажнения наблюдались и в 2001 году, когда сумма осадков составила 129 мм (105 % от нормы), а величина ГТК – 1.02.

Значительное количество осадков определило и высокие запасы продуктивной влаги под посевами ярового ячменя. Так, на дату цветения и молочной спелости, эти величины превышали 100 мм как в 2000, так и в 2001 годах. Резкое снижение запасов влаги отмечалось лишь в конце вегетации, в период налива зерна, вследствие значительного повышения температуры, вызвавшего потери влаги за счет интенсивного испарения и транспирации.

В целом, погодные условия 2000 года можно считать удовлетворительными, а 2001 года – оптимальными для возделывания ярового ячменя.

В 2000 году всходы появились на 10 день, "кущение" также отмечалось через 10 дней после всходов, а через пятнадцать дней – "выход в трубку", в то время как в 2001 году наступление этой фазы затянулось. Несмотря на существенные календарные различия сроков прохождения межфазных периодов, можно с уверенностью утверждать о высокой степени синхронности ростовых процессов ярового ячменя в 2000 и 2001 гг. Подтверждением тому служат проведенные нами исследования динамики накопления биомассы отдельных органов растений.

График динамики накопления общей сухой биомассы растений ярового ячменя (рис.1) построен по данным биометрических наблюдений 2000 и 2001 гг. Если в 2000 г. максимальное значение суммарной биомассы отмечалось в конце вегетации, то в 2001 г. максимум отмечался незадолго до наступления фазы восковой спелости.

Синхронность процессов накопления биомассы ячменя в 2000 и 2001 гг. определяется, во-первых, генетической и экологической обусловленностью интенсивности и направленности роста растений одного и того же сорта – "Виннер".

Факторы внешней среды, вызывают фенотическую изменчивость структуры и функций растений. В условиях же нашего полевого опыта в 2000 и 2001 годах складывались очень сходные агрометеорологические условия весеннего периода вегетации ярового ячменя. Это подтверждается результатами оценки радиационного, термического и влажностного режимов периода вегетации.

Исследовались также динамика и скорость накопления биомассы отдельных органов растений. Анализ расчетов позволяет сделать вывод, что в течение вегетации наблюдается начальное увеличение сухой биомассы вегетативных органов (листьев, стеблей, корней) с некоторым последующим снижением, обусловленным естественным отмиранием части вегетативной массы и перетоком пластических веществ в репродуктивные органы. Максимального значения биомассы листьев, стеблей и корней достигают при суммах эффективных температур порядка 500, 600, 650°C . Размеры максимальной сухой биомассы листьев достигают $277,5 \text{ г м}^{-2}$ в 2000 г. и $290,1 \text{ г м}^{-2}$ в 2001 г.; стеблей, соответственно – $324,2 \text{ г м}^{-2}$ и $349,8 \text{ г м}^{-2}$; корней – $178,2 \text{ г м}^{-2}$ и $190,2 \text{ г м}^{-2}$.

Для кривых накопления сухой биомассы репродуктивных органов (колосьев) характерен сигмовидный вид, они содержат участок интенсивного нарастания, точку перегиба и участок экстенсивного роста. Максимальные значения биомассы колосьев наблюдаются на дату полной спелости и составляют $486,2 \text{ г м}^{-2}$ в 2001 и $462,1 \text{ г м}^{-2}$ в 2000 г (рис. 2).

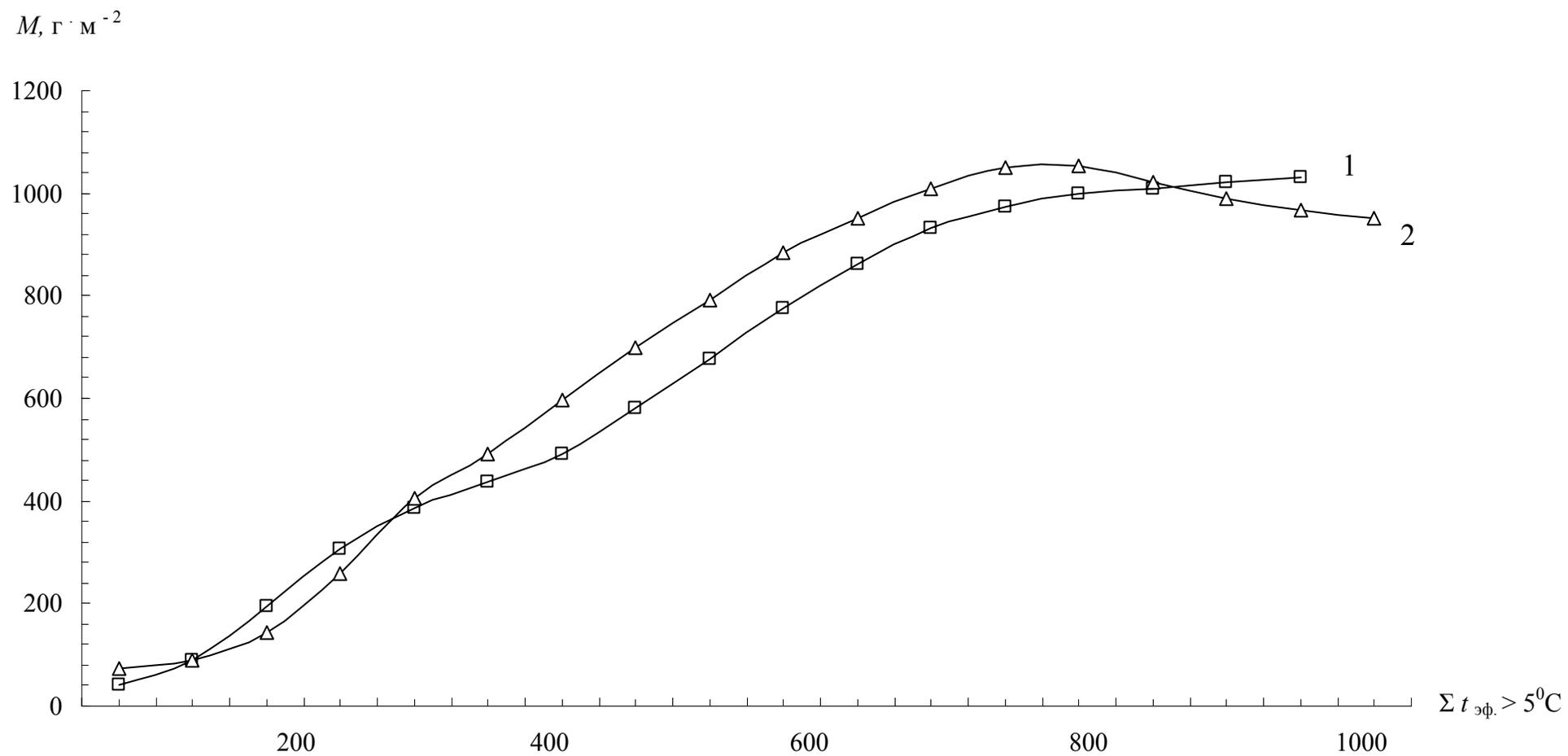


Рис .1- Динамика накопления общей сухой биомассы (M) растений ярового ячменя. 1 – 2000 г.; 2 – 2001 г.

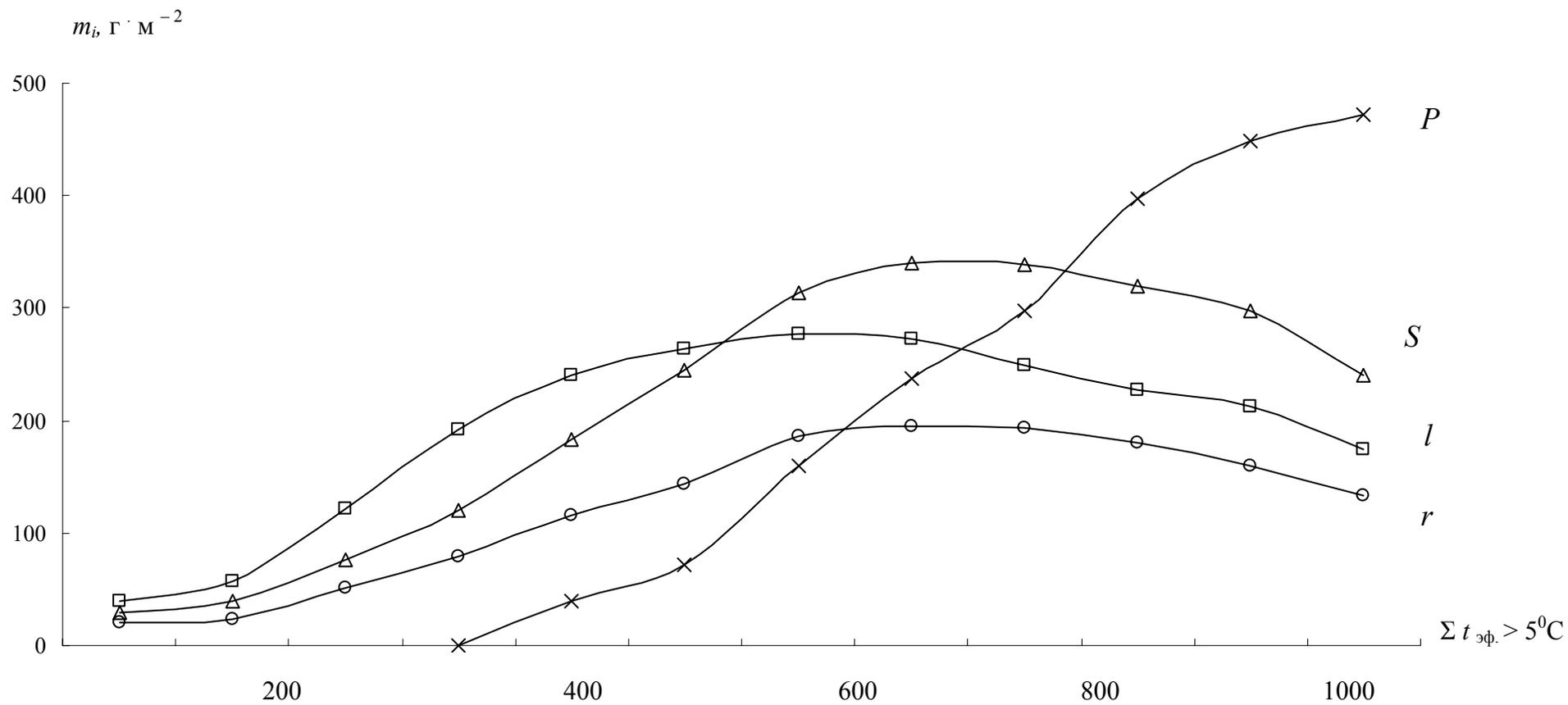


Рис.2 - Динамика накопления сухой биомассы листьев (l), стеблей (S), корней (r) и колосьев (p) ярового ячменя. 2001 г

Исследования скорости изменения биомассы отдельных органов и растения в целом (рис.2) показали, что наибольшие приросты суммарной биомассы ярового ячменя приходятся на период от цветения до молочной спелости, что соответствует суммам эффективных температур $400 - 600^{\circ}\text{C}$. В этот период суточный прирост сухой биомассы всего растения достигает $25 - 30 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$. Что же касается скорости прироста биомассы отдельных органов, то следует заметить, что для листьев максимальные приросты, порядка $6 - 7 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$ наблюдались в период от выхода в трубку до колошения; для стеблей – в период колошение – цветение ($8 - 12 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$) для корней – в период от появления нижнего узла соломинки до цветения ($3 - 5 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$).

Необходимо отметить, что и в 2000 и 2001 гг. отмечались локальные спады скорости накопления биомассы вегетативных органов, хорошо заметные на графиках. В 2000 году этот спад отмечен при 400°C сумм эффективных температур, а в 2001 году – при 230°C . Если сравнить скорость накопления биомассы с ходом метеорологических элементов, то можно заметить, что в эти периоды наблюдались снижение запасов продуктивной влаги, которое вызвало кратковременные замедления скорости роста растений ярового ячменя.

Прирост вегетативных органов прекращается при накоплении сумм эффективных температур $600 - 700^{\circ}\text{C}$ в 2001 г. и $550 - 700^{\circ}\text{C}$ – в 2000 г. Таким образом, после наступления фазы молочной спелости останавливается рост вегетативных органов и происходит обратный процесс – уменьшение размеров их биомассы за счет естественного отмирания части биомассы и перетока пластических веществ в колосья.

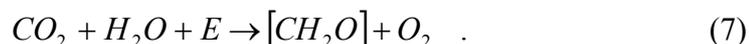
Для биомассы колосьев максимальные значения суточного прироста наблюдаются в период набора сумм эффективных температур порядка $650 - 750^{\circ}\text{C}$, то есть в период от молочной до восковой спелости, что соответствует XI этапу органогенеза ярового ячменя [6]. В это время активно идет процесс накопления органических питательных веществ в зерне.

Приросты сухой биомассы колосьев в этот период достигали, согласно данным нашего эксперимента, $15 - 17 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$.

Урожай растений зависит прежде всего от размеров ассимиляционной поверхности, продолжительности и интенсивности ее работы. Однако при чрезмерном увеличении листовой поверхности начинается затенение листьев нижних ярусов верхними и баланс между приходом органического вещества ухудшается, что приводит к снижению общего урожая. Площадь листовой поверхности зависит от влагообеспеченности и уровня минерального питания [7]. В благоприятные по метеорологическим условиям годы она может в $1,5 - 3,5$ раза превосходить среднюю многолетнюю и в $3 - 4$ раза – наблюдаемую в сухие годы.

Наибольший прирост ассимиляционного аппарата ярового ячменя в наших опытах наблюдался в период кущение – выход в трубку. В этот период происходило резкое увеличение относительной площади листовой поверхности. В 2000 и 2001 гг. прослеживается значительная синхронность процесса формирования листового аппарата. Следует отметить некоторое опережение темпов достижения максимальной площади листьев в 2001г. по сравнению с 2000 г. Абсолютное значение площади листовой поверхности ярового ячменя в 2001 г. несколько выше – $3,80 \text{ м}^2\cdot\text{м}^{-2}$ против $3,40 \text{ м}^2\cdot\text{м}^{-2}$ (2000 г.).

Внешним проявлением фотосинтеза является поглощение углекислого газа и выделение кислорода, а также увеличение массы фотосинтезирующих тканей за счет фотосинтетического образования органических веществ в соответствии с уравнением



Из этого уравнения следует, что интенсивность фотосинтеза может быть учтена по количеству: а) поглощенного CO_2 , б) выделенного O_2 , в) накопившегося органического вещества, г) запасенной энергии.

Интенсивность фотосинтеза определялась нами по количеству накопившегося органического вещества лабораторным методом [1,2,3,4,5]. Кроме того, произведена косвенная оценка интенсивности процесса фотосинтеза путем расчета чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), которая определяется делением суточного прироста сухого вещества на среднюю площадь листьев за учитываемый период.

Анализ кривых динамики ЧПФ ярового ячменя сорта "Виннер" за период вегетации показывает что, величина ЧПФ за исследуемый период достигала в 2000 г. $9 \text{ г (с.в.) м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$, а в 2001 г. – $11 \text{ г (с.в.) м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$. Максимум ЧПФ приходился на период, соответствующий накоплению сумм эффективных температур порядка $400 - 600^\circ\text{C}$, что соответствует межфазному периоду "цветение – молочная спелость".

Следует отметить, что кривые динамики ЧПФ характеризуются ярко выраженной тенденцией постепенного роста до определенного момента, соответствующего накоплению максимальной биомассы ассимилирующего аппарата, то есть листьев. Прослеживается синхронность кривых биомассы листьев с динамикой ЧПФ.

Дневной ход интенсивности фотосинтеза определяет уровень значений чистой продуктивности фотосинтеза. В течение светлого времени суток меняется не только освещенность, но и температура воздуха и листьев, относительная влажность воздуха, содержание воды в листьях и другие факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза.

Интенсивность фотосинтеза растений ярового ячменя в утренние часы определялась нами лабораторным путем. Определения проводились в первую декаду после кущения и в даты массового наступления фаз "выход в трубку", "колошение", "восковая спелость". Результаты лабораторных опытов представлены в табл. 2.

Интенсивность фотосинтеза в течение вегетации менялась в интервале от $10,0$ до $25,0 \text{ мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$. Наибольшая интенсивность отмечена в период колошения, наименьшая – в период налива зерна.

Таблица 2 – Плотность потока ФАР на верхней границе посева J ($\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$), температура воздуха T ($^\circ\text{C}$) и интенсивность фотосинтеза листьев ярого ячменя Φ_0 ($\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$)

Год	Фазы развития	Значение характеристик		
		J	T	Φ_0
2000	Кущение	74,6	10,8	16,3
	Выход в трубку	160,2	13,2	23,0
	Колошение	221,7	19,9	23,6
	Восковая спелость	173,4	22,2	14,0
2001	Кущение	111,5	5,9	17,7
	Выход в трубку	174,7	17,3	24,4
	Колошение	257,2	20,6	24,6
	Восковая спелость	224,0	25,8	16,9

Выводы. Агрометеорологические условия в период проведения эксперимента в разные годы складывались разные. В целом, погодные условия 2000 года можно считать удовлетворительными, а 2001 года – оптимальными для возделывания ярового ячменя.

В течение вегетации наблюдалось увеличение сухой биомассы вегетативных органов (листьев, стеблей, корней) с некоторым последующим снижением,

обусловленным естественным отмиранием части вегетативной массы и перетоком пластических веществ в репродуктивные органы. Максимального значения биомассы листьев, стеблей и корней достигают при суммах эффективных температур порядка 500, 600, 650⁰С. Размеры максимальной сухой биомассы листьев достигают 277,5 г·м⁻² в 2000 г. и 290,1 г·м⁻² в 2001 г.; стеблей, соответственно – 324,2 г·м⁻² и 349,8 г·м⁻²; корней – 178,2 г·м⁻² и 190,2 г·м⁻². Результаты полевого опыта могут быть использованы при построении модели продукционного процесса ярового ячменя.

Список литературы

1. *Бегишев А.Н.* Работа листьев разных сельскохозяйственных культур в полевых условиях //Труды Института физиологии растений АН СССР. – 1953. Т. 8, № 1. – С. 229 – 263.
2. Бескамерный способ изучения фотосинтеза: Методическое указание. – Л., 1974. – 18 с.
3. *Бихеле З.Н., Молдау Х.А., Росс Ю.К.* Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 223 с.
4. *Будаговский А.И., Росс Ю.К.* Основы количественной теории фотосинтетической деятельности посевов // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. – М.: Наука, 1966. – С. 51 – 58.
5. *Гойса Н.И., Перелет И.А., Митрофанов Б.А. и др.* Модель фотосинтетической продуктивности озимой пшеницы // Труды УкрНИГМИ.– 1979. – Вып. 173. – С. 113 – 122.
6. *Куперман Ф.М.* Морфофизиология растений. – М.: Высшая школа, 1984. – 230 с.
7. *Молдау Х.А., Сыбер А.Ю.* Влияние влажности воздуха на проводимость устьиц и мезофила листьев при двух значениях влажности почвы // Физиология растений. – 1974. – Т. 21, № 4. – С. 800 – 806.
8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – Вып.3 – ч. I. – 300 с.
9. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – Вып.11 – ч. II. – 316 с.

Вплив агрометеорологічних умов на продуктивність ярого ячменю.

Барсукова О.А

Викладені результати польових експериментів по вивченню впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності ярого ячменю в степовій зоні України. Встановлено, що максимального значення біомаси листя, стебел та коренів досягають при сумах ефективних температур 500 - 600⁰С. Результати польового експерименту можуть бути використані при створенні математичних моделей продуктивного процесу ячменю.

Ключові слова: агрометеорологічні умови, польовий експеримент, яровий ячмінь, продуктивність.

Influence of terms agricultural meteorology on productivity of furious barley.

Barsoucova O.A

Results of the field experiments laid out on the study of influencing of terms agricultural meteorology on forming of productivity of furious barley in the steppe area of Ukraine. It is set, that achieve the maximal value of biomass of lussy, stems and roots at the sums of effective temperatures 500 - 600⁰C. Resultant field experiment can be used for creation of mathematical models of productive process of barley.

Keywords: terms agricultural meteorology, field experiment, spring barley, productivity.