

## ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

*В работе изложены результаты численных экспериментов и дана количественная оценка влияния температуры и влагообеспеченности на чистую продуктивность фотосинтеза и интенсивность фотосинтеза культуры сахарной свеклы.*

**Ключевые слова:** сахарная свекла, интенсивность фотосинтеза, динамическая модель, чистая продуктивность фотосинтеза, влагообеспеченность.

**Вступление.** Свеклосеяние в Украине началось в начале позапрошлого века с постройки первого сахарного завода в селе Макошино Черниговской губернии, где свеклосахарное производство стало развиваться быстрыми темпами. До этого потреблялся только тростниковый сахар, который ввозили из колониальных стран. После обнаружения в корнеплодах сахарной свеклы сахарозы эта культура приобрела промышленное значение. В нашей стране это единственная культура, из которой вырабатывают сахар [1].

В процессе фотосинтеза аккумулируется энергия и создается органическое вещество, необходимое организму, как для текущей жизнедеятельности, так и для тех периодов, иногда очень длительных, когда фотосинтез невозможен. Фотосинтез является основной составляющей продукционного процесса. Сухая масса урожая сахарной свеклы примерно на 90 – 95% состоит из органического вещества, созданного деятельностью фотосинтетического аппарата [2]. Поэтому получить высокий урожай при низкой интенсивности фотосинтеза вряд ли возможно.

**Материалы и методы исследований.** Фотосинтетическая продуктивность культуры сахарной свеклы определяется погодными условиями, так как для осуществления процесса фотосинтеза необходимо, чтобы температура, освещенность и содержание углекислоты в окружающей среде находились в определенных пределах.

Достаточное обеспечение растений влагой – одно из решающих условий высокой интенсивности фотосинтеза. Недостаток её вызывает замедление фотосинтеза, так как на процессе ассимиляции отрицательно сказывается водный дефицит в листьях, приводящий к нарушению нормального состояния коллоидов плазмы и смыканию устьичных щелей [1].

Между фотосинтезом и водным дефицитом листа существует прямая зависимость. Опытами установлено, что при повышении водного дефицита листьев до 15% интенсивность фотосинтеза мало изменяется. Однако, при дальнейшем росте водного дефицита, интенсивность фотосинтеза существенно снижается, а при потере листом 50-60 % воды этот процесс прекращается. Так, в опытах Х. П. Починка при уменьшении влажности листа до 79,2 % интенсивность фотосинтеза снижалась на 76 % по сравнению с интенсивностью фотосинтеза листа, влажность которого была 82,6 %[3].

Температура оказывает значительное влияние на интенсивность фотосинтеза. В естественных условиях высокая интенсивность света обычно сопровождается и относительно высокой температурой воздуха; последняя усугубляет вредное действие интенсивного света и приводит к возникновению критических периодов, которые негативно влияют на интенсивность фотосинтеза [4].

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.

Исследовать фотосинтетическую деятельность посевов культуры сахарной свеклы в различных ситуациях можно с помощью модели формирования урожая. При этом могут быть рассмотрены самые различные сочетания параметров, характеризующих условия произрастания.

Динамические модели продуктивности сельскохозяйственных культур дают возможность исследовать зависимость фотосинтеза и дыхания, прироста растительной массы и урожайности, как от факторов внешней среды (их экстремальных значений и среднего уровня в течение суток, хода в период вегетации), так и от параметров, в значительной мере определяющих структуру самого посева [5].

Долгопериодную динамическую модель роста и развития формирования урожая на примере злаков предложил А.Н. Полевой. Значительный вклад в разработку динамической модели для культуры сахарной свеклы был сделан О.В. Вольвач [6].

По мере поступления новой информации о развитии сельскохозяйственных культур часть параметров моделей корректируется.

В данной статье ставится задача количественно оценить влияние температуры и влагообеспеченности на интенсивность фотосинтеза культуры сахарной свеклы.

**Результаты исследований и их анализ.** Данный численный эксперимент был проведен на основе среднесезонных данных агрометеорологических наблюдений за период с 1961 по 1990 год. С помощью модифицированной модели были рассчитаны основные показатели интенсивности фотосинтеза в реальных условиях внешней среды и чистая продуктивность фотосинтеза культуры сахарной свеклы в условиях Кировоградской области. В результате выполненной работы оказалось возможным дать количественную оценку влияния температуры и влагообеспеченности на интенсивность фотосинтетической деятельности растений в посевах сахарной свеклы. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, как количественно изменяются показатели интенсивности фотосинтеза и чистой продуктивности фотосинтеза в реальных условиях с увеличением среднедекадной температуры воздуха и запасов продуктивной влаги (ЗПВ) в почве в частях от наименьшей влагоемкости (НВ) в слое почвы 0-100 см.

Так, максимальное значение интенсивности фотосинтеза составляет  $8,46 \text{ мгСО}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$  при среднедекадном значении температуры воздуха равном  $17-19^\circ\text{C}$  и ЗПВ равном 0,6 от НВ. В свою очередь минимальное значение интенсивности фотосинтеза составляет  $1,2 - 1,3 \text{ мгСО}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$  при среднедекадных значениях температуры воздуха равных  $5^\circ\text{C}$  и  $25^\circ\text{C}$  и выше, а ЗПВ равном 0,1 от НВ.

На рис.1 представлен график зависимости интенсивности фотосинтеза в реальных условиях среды от влагообеспеченности и среднедекадной температуры воздуха. Из рисунка видно, что при увеличении среднедекадной температуры воздуха, независимо от значения влагообеспеченности, интенсивность фотосинтеза в реальных условиях увеличивается. Максимум интенсивности фотосинтеза приходится на период среднедекадной температуры воздуха соответствующий  $17-19^\circ\text{C}$ , далее, с увеличением температуры интенсивность фотосинтеза значительно уменьшается, достигая минимума при значении среднедекадной температуры воздуха равной  $25^\circ\text{C}$ . Увеличение ЗПВ в почве в частях от наименьшей влагоемкости в слое почвы 0-100 см положительно влияет на интенсивность фотосинтеза. При значении ЗПВ в почве в частях от наименьшей влагоемкости в слое почвы 0-100 см в диапазоне от 0,1 до 0,6, показатели фотосинтеза увеличиваются, а после отметки в 0,6 остаются неизменными.

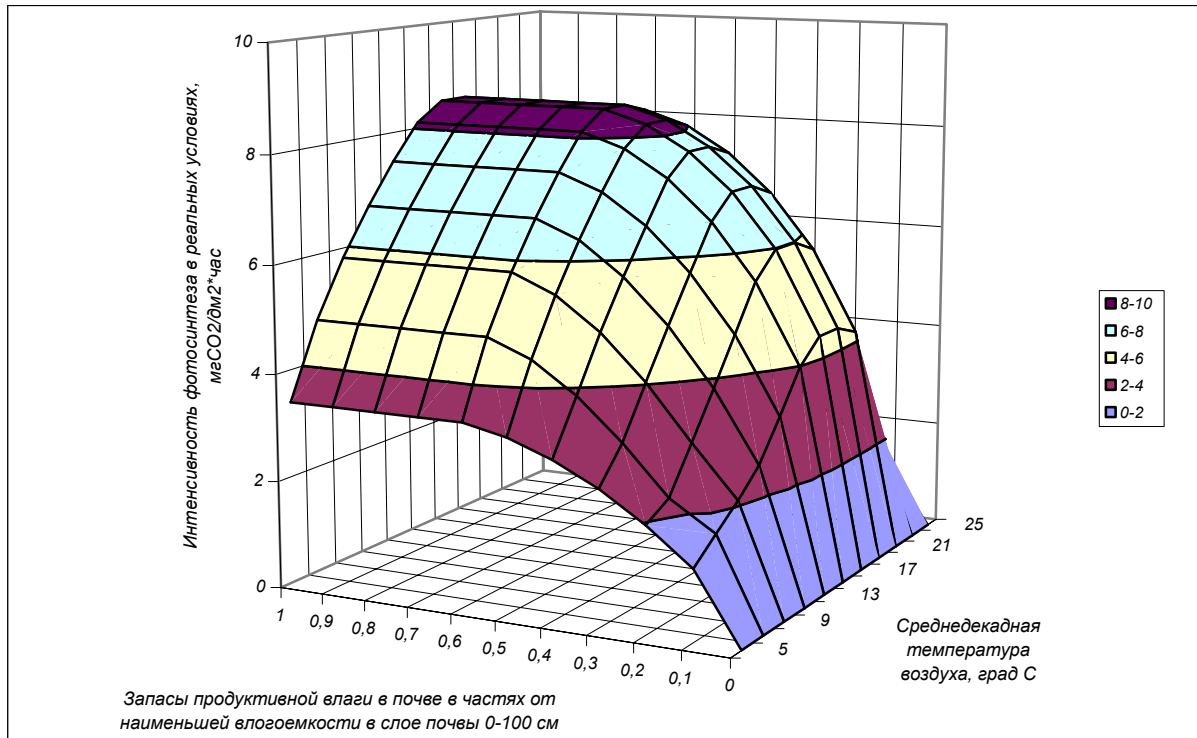


Рис.1 – Зависимость интенсивности фотосинтеза в реальных условиях среды от влагообеспеченности и среднедекадной температуры воздуха.

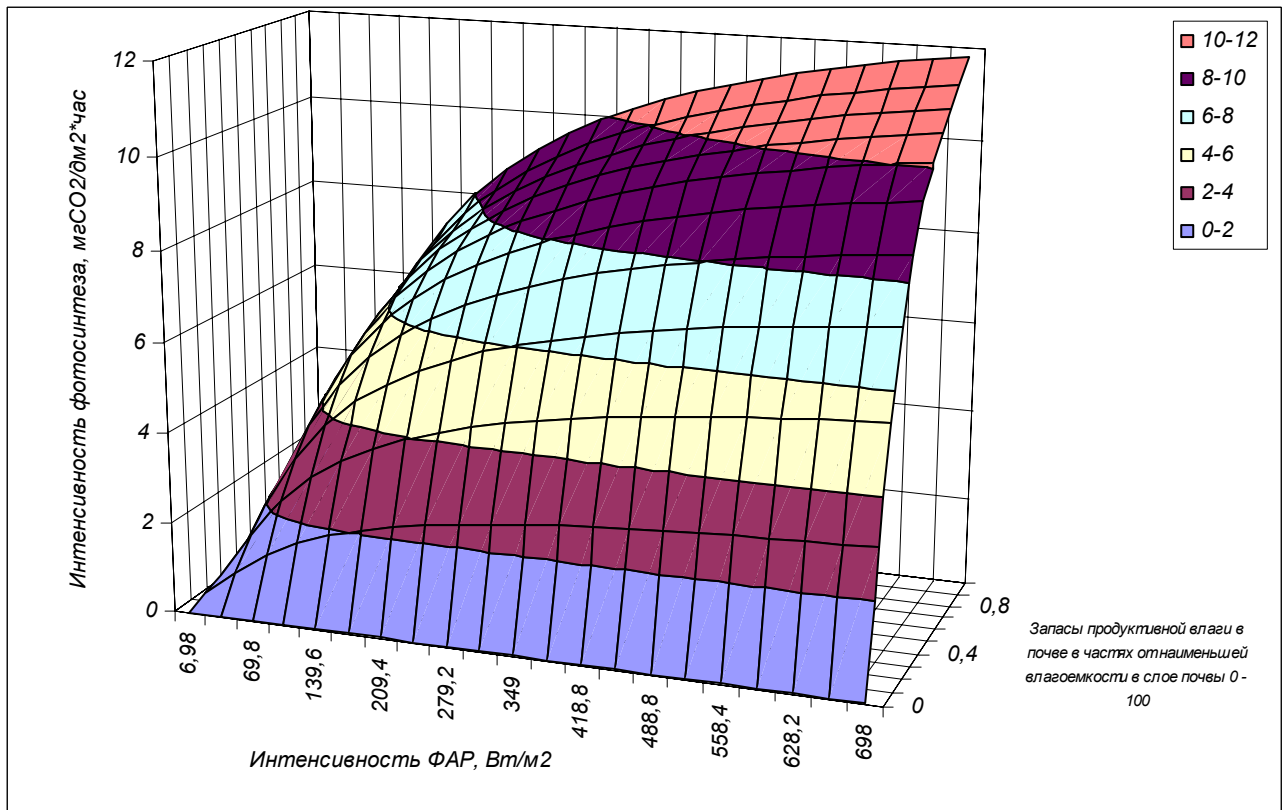


Рис. 2 – Зависимость интенсивности фотосинтеза в реальных условиях среды от интенсивности ФАР и от влагообеспеченности.

Таблица 1. Оценка влияния температуры, влагообеспеченности и интенсивности ФАР на интенсивность фотосинтеза ( $\text{мгСО}_2/\text{дм}^2\cdot\text{час}$ ) и чистую продуктивность фотосинтеза ( $\text{г}/\text{м}^2\cdot\text{сутки}$ ) в реальных условиях среды

Интенсивность фотосинтеза в реальных условиях, $\text{мгСО}_2/\text{дм}^2\cdot\text{час}$	Запасы продуктивной влаги в почве в частях от наименьшей влагоемкости в слое почвы 0-100 см.	Среднедекадная температура воздуха, °С											
		5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
0,1		1,31	1,70	2,08	2,53	3,23	3,98	4,40	4,40	4,18	2,31	1,16	1,16
0,2		1,97	2,23	3,03	3,84	4,66	5,51	5,98	5,98	5,73	3,52	1,86	1,86
0,3		2,49	3,12	4,03	4,90	5,74	6,56	7,02	7,02	6,78	4,56	2,44	2,44
0,4		2,92	3,87	4,86	5,73	6,54	7,31	7,73	7,73	7,52	5,39	2,88	2,88
0,5		3,22	4,44	5,47	6,34	7,12	7,83	8,20	8,20	8,01	6,01	3,20	3,20
0,6		3,39	4,77	5,82	6,68	7,44	8,11	8,46	8,46	8,28	6,35	3,38	3,38
0,7		3,39	4,77	5,82	6,68	7,44	8,11	8,46	8,46	8,28	6,35	3,38	3,38
Интенсивность фотосинтеза в реальных условиях, $\text{мгСО}_2/\text{дм}^2\cdot\text{час}$	Запасы продуктивной влаги в почве в частях от наименьшей влагоемкости в слое почвы 0-100 см.	Интенсивность ФАР, $\text{Вт}/\text{м}^2$											
		6,98	34,45	69,8	104,7	139,6	174,5	209,4	314,1	418,8	523,5	628,2	698
0		0,0012	0,005	0,008	0,011	0,012	0,014	0,015	0,017	0,018	0,019	0,02	0,02
0,1		0,19	0,77	1,27	1,61	1,87	2,07	2,23	2,56	2,76	2,9	2,99	3,05
0,2		0,33	1,36	2,24	2,87	3,33	3,68	3,96	4,54	4,9	5,14	5,32	5,41
0,3		0,44	1,81	2,99	3,81	4,43	4,90	5,27	6,04	6,52	6,84	7,07	7,20
0,4		0,52	2,14	3,53	4,51	5,23	5,79	6,23	7,14	7,71	8,09	8,37	8,51
0,5		0,57	2,38	3,92	5,01	5,81	6,43	6,92	7,93	8,55	8,98	9,29	9,45
0,6		0,61	2,54	4,19	5,35	6,21	6,87	7,4	8,48	9,15	9,6	9,93	10,10
0,7		0,64	2,66	4,39	5,6	6,50	7,19	7,74	8,87	9,57	10,05	10,39	10,57
0,8		0,66	2,75	4,54	5,8	6,73	7,45	8,02	9,19	9,91	10,4	10,76	10,95
0,9		0,69	2,85	4,7	6,0	6,97	7,71	8,3	9,51	10,26	10,77	11,14	11,33
1		0,72	2,97	4,91	6,26	7,27	8,04	8,66	9,92	10,7	11,23	11,62	11,82

На рис.2 представлен график зависимости интенсивности фотосинтеза от влагообеспеченности и интенсивности ФАР. Из рисунка видно, что с увеличением интенсивности ФАР и ЗПВ интенсивность фотосинтеза увеличивается. Максимальное значение показателя интенсивности фотосинтеза составляет  $12.8 \text{ мгСО}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ , при максимальном значении ЗПВ – 1 и максимальном значении интенсивности ФАР–  $700 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

Максимальное значение чистой продуктивности фотосинтеза составляет  $4,0 \text{ г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  при среднедекадном значении температуры воздуха равном  $17-19^\circ\text{C}$  и ЗПВ равном 0,6 от НВ. Нулевое значение чистой продуктивности соответствует периоду среднедекадной температуры воздуха равной  $5-7^\circ\text{C}$  и периоду  $25^\circ\text{C}$  и выше при ЗПВ равном 0,1 от НВ, а также в период  $25^\circ\text{C}$  и выше при ЗПВ равном 0,2 от НВ. Тогда как минимальное значение чистой продуктивности составили  $0,04 \text{ г}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$ , при среднедекадной температуре воздуха  $5^\circ\text{C}$  и ЗПВ равном 0,2 от НВ.

**Выводы.** В результате выполненной работы было изучено влияние температурного показателя, интенсивности ФАР и влагообеспеченности на интенсивность фотосинтетической деятельности растений культуры сахарной свеклы на примере Кировоградской области. Дана количественная оценка интенсивности фотосинтеза при различных агрометеорологических условиях.

Таким образом, наиболее высокая продуктивность культуры сахарной свеклы может быть достигнута при условии, что агроклиматические условия выращивания будут в наибольшей степени соответствовать биологическим требованиям культуры.

#### Список литературы

1. Петров В.А., Зубенко В.Ф. Свекловодство, - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
2. Частная физиология полевых культур / под ред. Е.И. Кошкина. – М.: КолосС, 2002. – 344с.
3. Гуляев Б.И., Митрофанов Б.А., Борисюк В.А. Фотосинтез, рост и продуктивность сахарной свеклы // В кн.: Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. – Киев: Наукова думка, 1989. – С.113-139.
3. Физиология сельскохозяйственных растений, Т. VII, / под ред. Б.А.Рубинина. – М.: Московский университет, 1968. – 446с.
4. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур.– Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 176 с.
5. Вольвач О.В. Метод оцінки та прогнозування агрометеорологічних умов формування врожайності цукрового буряку в Україні // Автореф. дис.на соискание уч. степени канд. геогр. наук. – Одеса, 1995. - 18 с.

#### **Вплив агрометеорологічних умов на фотосинтетичну продуктивність цукрового буряку. Костюкєвич Т.К.**

*В роботі були приведені результати чисельних експериментів і дана кількісна оцінка впливу температури та вологозабезпеченості на чисту продуктивність фотосинтезу і інтенсивність фотосинтезу культури цукрового буряка.*

**Ключові слова:** цукровий буряк, інтенсивність фотосинтезу, динамічна модель, чиста продуктивність фотосинтезу, вологозабезпеченість.

#### **Influence of agrometeorologicheskikh terms on photosynthesis productivity of sugar beet.**

**Kostyukevich T.K.**

*In work the results of numeral experiments are expounded and quantitative estimation of influencing of temperature is given and water availability on clean productivity of photosynthesis and intensity of photosynthesis of culture of sugar beet.*

**Keywords:** sugar beet, intensity of photosynthesis, dynamic model, clean productivity of photosynthesis, water availabilities.