

УДК 631.544.1:635.63'64

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ТЕПЛИЦ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ

Х. П. КЛЕРИНГ

(Кафедра овощеводства ТСХА, Институт овощеводства, Гроссберен ГДР)

В условиях развития тепличного овощеводства повышается значение мероприятий по снижению воздействия загрязнения атмосферы промышленными отходами на эффективность производства овощеводческой продукции.

Данная работа проведена с целью оценить экономический ущерб, причиняемый тепличным хозяйствам загрязнением окружающей среды, на основе учета влияния этого загрязнения на растения и урожай. Полученные данные в дальнейшем могут быть использованы при разработке приемов повышения рентабельности производства овощей в зонах с высокой степенью загрязнения.

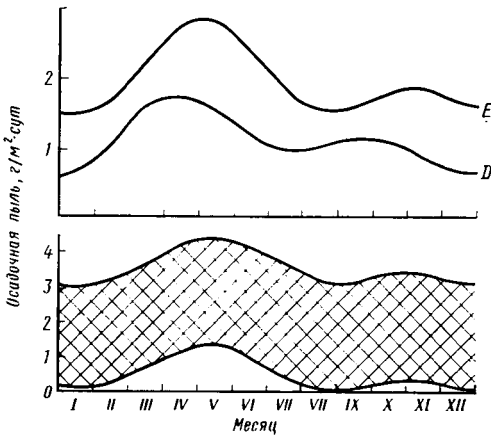


Рис. 1. Динамика накопления осадочной пыли в пунктах Д и Е (вверху) и доверительный интервал при уровне значимости 90 % для предсказания возможного ее накопления.

Актуальность указанных проблем особенно велика для такой страны, как ГДР, где в промышленности в больших масштабах применяется бурый уголь.

Нами исследовано изменение количества осадочной пыли на светопрозрачных ограждениях теплиц в зависимости от времен года. Установлено, что в декабре 1978 г. на 1 м² в одном и том же месте накопилось 12,4 г, а в марте — 119 г пыли. Существенные различия в значениях этого показателя связаны с рядом факторов: количеством и интенсивностью выпадения осадков, относительной влажностью воздуха, влажностью поверхности земли, силой и направлением ветра, рельефом местности, технологией про-

мышленных предприятий и др. Некоторые из этих факторов изменяются по годам в определенных пределах.

Чтобы выявить закономерности выпадения осадочной пыли по месяцам в течение года, нами был применен анализ Фурье и составлена программа «Приближенный гармонический анализ» для ЭВМ PR 4000. Полученные средние данные показали, что максимум таких осадков приходится на март—июнь, минимум — на декабрь. В некоторых случаях наблюдается слабое увеличение осадков осенью (рис. 1). Коэффициенты корреляции этих средних, рассчитанные по 4—10-летнему периоду, равны 0,65—0,92, а точность предсказания осадков невелика, так что эти связи не очень устойчивы.

Для определения влияния загрязненности воздуха на работу теплиц, особенно на коэффициент освещенности, проводились измерения загрязнения стекла и стеклопластика в 5 пунктах: А — контроль, местность без источников загрязнения; Б — на расстоянии 5 км от цементного завода; В — в пункте, где тепличный комплекс отапливается углем; Д — на расстоянии 1,5 км от электростанции, работающей на угле; Е — между двумя брикетными фабриками. В этих местах выставляли стеклянные и стеклопластиковые пластины и через определенные промежутки времени измеряли степень их проницаемости. Одновременно определяли массу осадка пыли. Данные обрабатывали методом регрессионного анализа. Не установлено значительной зависимости между снижением степени проницаемости и суммой осадочной пыли за месяц (рис. 2).

Помимо остаточного загрязнения необходимо учитывать и «рыхлое» загрязнение, которое вымывают дожди. Например, в варианте Б в конце одного из месяцев на пластине осталось 50 % всех осадков пыли и степень проницаемости снизилась почти на 20 %, а после выпадения дождя она уменьшилась только на 2,4 %.

Относительное влияние «рыхлого» загрязнения ослабляется при рассмотрении более длительных периодов. Расчеты в этом случае проводили с использованием линейных, логарифмических и экспоненциальных регрессионных уравнений (последние оказались наилучшими). Коэффициенты линейных уравнений при уровне значимости 99 % были достоверны для всех пунктов, за исключением пункта А в опыте со стеклом. Следовательно, потери светопрозрачности весьма значительны в указанных вариантах и даже в варианте А в опыте со стеклопластиком, загрязнение которого связано с его

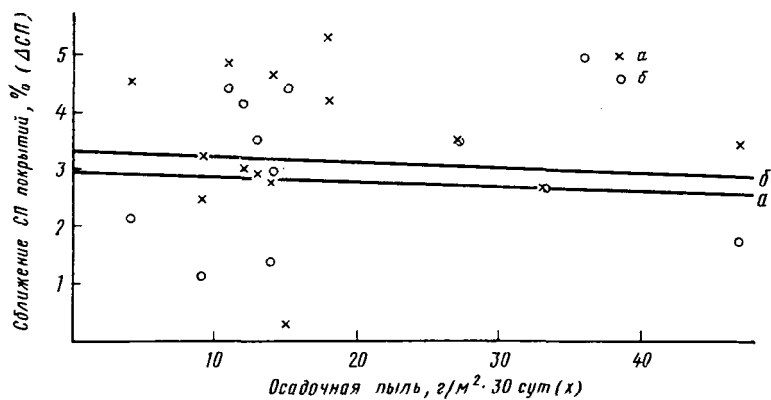


Рис. 2. Зависимость снижения степени проницаемости (СП) покрытия от суммы осадочной пыли за месяц в пункте Б.
 а — стекло: $\Delta СП = 2,9 - 0,007x$, $r = 0,056$; б — стеклопластик: $\Delta СП = 3,2 - 0,009x$, $r = 0,092$.

электростатическими свойствами. Надо сказать, что различия в загрязненности стекла и стеклопластика были существенными только в пункте А.

Основываясь на знании загрязнения стекла и стеклопластика, можно рассчитать возможную в этих пунктах загрязненность покрытий теплицы в целом, используя коэффициент освещенности всего ее каркаса.

Полученные расчетные данные хорошо соответствовали результатам непосредственного измерения светопрозрачности теплицы из стеклопластика в пункте Д. Это значит, что с помощью описанного метода можно прогнозировать загрязнение теплицы еще до ее строительства, что имеет значение при выборе местоположения новых предприятий.

Снижение коэффициента освещенности нежелательно. Прежде всего это приводит к уменьшению урожайности тепличных культур (как известно, при снижении освещенности на 1 % урожайность в среднем падает также на 1 %). Помимо этого уменьшается так называемый «тепличный эффект», поскольку доля суммарной радиации, проникающей в теплицу и обогревающей почву, растения и воздух, снижается и требуются дополнительные расходы тепловой энергии (при снижении коэффициента освещенности на 1 % расход тепловой энергии повышается на 0,11 %).

В опытах по выращиванию огурцов и томатов в светлых и затененных теплицах (Институт овощеводства в Гроссберене) нами установлено, что при культуре огурца свет равномерно влияет на рост и урожай растений в течение всего вегетационного периода (табл. 1), а томаты более чувствительны к свету в ранний период развития (табл. 2). В последнем случае снижение коэффициента освещенности на 1 % уменьшает урожай примерно на 1,5 %.

Надо еще учитывать, что урожай определяют световые условия, складывающиеся не только в период непосредственного его формирования, но и в более ранний период. Если коэффициент освещенности на пер-

вых фазах развития растений был на 1 % ниже, то потенциальный фотосинтез и урожай уменьшаются на 0,5 %. Притом для адаптации огурца необходимо 3—5 нед, а томата — 10—15 нед. Потери урожая от снижения освещенности в среднем за вегетационный период [O, T] можно определить по формуле

Т а б л и ц а 1
 Урожайность огурца при разных коэффициентах освещенности (K) теплицы (посадка в январе)

Месяц	Урожай, кг/м ²		На 1 % снижения освещенности, %
	K = 45 %	K = 60 %	
1973 г.			
Март	1,59	2,01	0,84
Апрель	3,65	4,30	0,60
Май	5,32	6,80	0,87
Июнь	4,39	6,05	1,10
Июль	4,49	6,51	1,24
Август	4,41	6,09	1,10
1974 г.			
Март	2,41	3,02	0,81
Апрель	5,60	6,76	0,69
Май	4,54	6,11	1,03
Июнь	5,42	7,13	0,96
Июль	4,80	6,65	1,11
По 12 августа	1,98	2,63	0,99
1975 г.			
Март	1,96	2,88	1,28
Апрель	3,12	4,63	1,30
Май	4,46	6,70	1,34
Июнь	5,14	7,27	1,17
Июль	4,84	6,73	1,12
Август	5,25	5,94	0,46

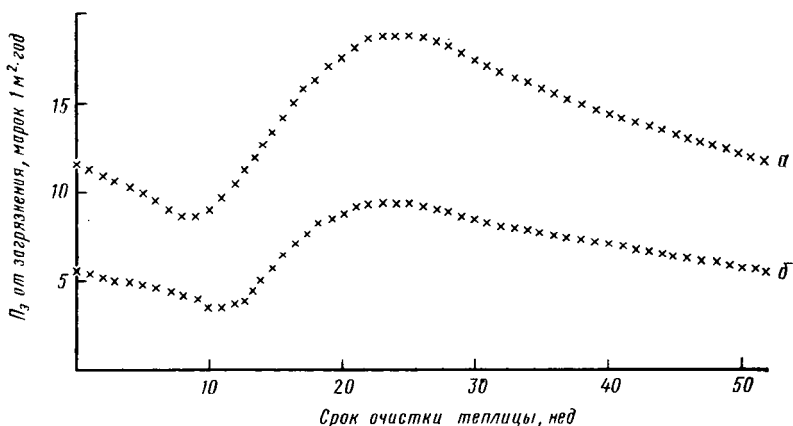


Рис. 3. Зависимость экономических потерь (P_a) за год в теплице пункта Е при однократной очистке ее покрытий от срока проведения очистки. а — для культуры огурца, посадка в январе; б — для культуры томатов, посадка в феврале.

Т а б л и ц а 2
Урожайность томатов при разных коэффициентах освещенности (посадка в феврале, в 1976 г. 30 марта)

Срок	Урожай, кг/м ²		На 1 % снижения освещенности, %
	K^*	$K=60\%$	
1976 г.			
По 3/VI	0,05	0,10	1,67
4—14/VI	0,53	0,95	1,47
15—28/VI	1,47	2,25	1,16
29/VI—12/VII	2,23	2,95	0,81
13—21/VII	1,62	1,79	0,32
1977 г.			
По 31/V	0,48	1,56	1,54
1—16/VI	1,57	2,51	0,83
17—30/VI	1,01	1,59	0,81
1—14/VII	1,02	1,35	0,72
15/VII—01/VIII	0,73	1,20	0,87
1978 г.			
По 29/V	0,26	1,15	1,46
30/V—15/VI	1,60	3,68	1,07
16—29/VI	1,00	2,02	0,95
30/VI—13/VII	0,95	2,02	1,00
14—27/VII	0,39	1,11	1,22

* K в 1976 г. 42 % (потеря света 30 %), в 1977 — 33 % (потеря света 45 %), в 1978 г. — 28 % (потеря света 53,3 %).

$$P = \int_0^T a(t) y(t) \left[1 - \left(1 - 0,6 \frac{\Delta k(t)}{60} \right) \right] dt,$$

$$\left(1 - 0,5 \frac{1}{T_1} \int_{t-T_1}^t g(s) \frac{\Delta k(s)}{60} ds \right) dt,$$

где первое выражение в круглых скобках — влияние освещенности в текущий момент, а второе — его влияние в предшествующий период; $y(t)$ — функция прироста урожая; $a(t)$ — относительное влияние света на разных фазах развития растения; $\Delta k(t)$ — динамика загрязнения (снижение коэффициента освещенности при исходном его значении, равном 60 %); T_1 — период адаптации растений (для огурца — 3—5 нед, для томата — 10—15 нед); $g(s)$ — функция плотности для влияния освещения в предшествующий период.

Экономические потери P_a от загрязнения рассчитываются путем введения в интеграл функции закупочных цен $C(t)$. Для удобства расчета интеграл разлагается на недельные суммы.

Для загрязненных зон надо учитывать также затраты на очистку ограждений теплицы. В связи с этим нами рассматривался вопрос об оптимальном количестве очисток в год и о более выгодных сроках их проведения и была составлена специальная программа для ЭВМ.

Расчеты показали, что количество очисток зависит от интенсивности загрязнения, а их сроки не зависят от вида осадков и определяются фазой развития растений, чувствительностью их к свету, закупочными ценами. Наиболее выгодным сроком очистки при выращивании огурца и томата в продленном обороте оказалось начало марта (рис. 3). При нескольких очистках лучше всего проводить их в начале плодоношения, когда закупочные цены еще высокие.

Кроме периодических очисток, в некоторых местах для вымывания «рыхлого» загрязнения очень полезно дождевание, которое весьма эффективно и не требует больших затрат.

Статья поступила 1 июня 1981 г.