

## АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УКРАИНЕ

*Рассматривается влияние погодных условий на темпы развития и формирование урожайности баклажан, сладкого перца, томатов и огурцов в различных почвенно-климатических зонах Украины. Приводятся количественные зависимости продолжительности межфазных периодов от средней температуры воздуха за период и урожайности этих культур от различных агрометеорологических показателей. Рассчитана обеспеченность теплом овощных культур по всем агроклиматическим зонам Украины.*

**Ключевые слова:** овощные, фазы развития, теплообеспеченность, урожайность, тенденция.

**Введение.** Выявление причин колебания урожайности плодовых овощных культур (баклажан, сладких перцев, томатов, огурцов) во времени и по территории, разработка на этой основе количественных показателей, позволяющих с достаточной степенью точности судить о величине возможного урожая в зависимости от условий погоды, складывающихся в конкретные годы в различных почвенно-климатических зонах Украины, является наиболее сложной проблемой, решаемой в современных исследованиях по агрометеорологии.

Овощные культуры в связи с частой сменой сортового состава и большим количеством сортов разной скороспелости являются достаточно сложным объектом для исследований. До настоящего времени количественных связей темпов развития их и урожая с погодными условиями очень мало. Как правило, в имеющихся исследованиях используются показатели тепло и влагообеспеченности за весь вегетационный период или за критический период развития. Однако на растения в течение периода вегетации воздействует целый комплекс неравнозначных условий и его необходимо учитывать.

Наилучшим образом оценку влияния погодных условий на темпы развития и формирование продуктивности сельскохозяйственных культур, возможно, осуществлять с помощью уравнений множественной регрессии продолжительности межфазных периодов и урожая с агрометеорологическими показателями по межфазным периодам развития растений.

**Материалы и методы исследования.** Целью настоящего исследования является изучение влияния различных факторов в различные периоды развития овощных культур на скорость их развития и формирование урожайности сортов различной скороспелости.

Для решения этой задачи использованы данные Государственных сортоиспытательных участков различных областей различных климатических зон Украины, данные статистических управлений по урожайности баклажанов, огурцов сладких перцев и томатов сортов различной скороспелости, а также наблюдения сети агрометеорологических станций Украины за период с 1966 по 2000 г.г.

Развитию овощеводства в Украине способствует высокое плодородие почв, обилие тепла и света, развитие орошаемого земледелия. Среди овощных культур в Украине наибольшие посевные площади занимают: капуста, огурцы, томаты, сладкие перцы и баклажаны.

Разнообразие природных условий Украины: пестрота почвенного покрова, значительная неоднородность температурно-влажностных условий, пересеченный рельеф привело к тому, что на территории Украины выделено [1] четыре агроклиматических зоны, каждая из которых характеризуется четко ограниченными показателями обеспеченности теплом и влагой.

Этим и объясняется тот факт, что соотношение посевных площадей овощных культур в разных почвенно-климатических зонах Украины неодинаково. В районах южной степи (IV агроклиматическая зона) преобладают посевы баклажан, сладких перцев, томатов, которые отличаются повышенными требованиями к теплу и влаге. В этой зоне овощные культуры возделываются с применением орошения. С продвижением в районы северной степи и лесостепи увеличивается доля посевных площадей капусты и огурцов и уменьшается доля сладких перцев, баклажан, а также томатов позднеспелых сортов. В северной части лесостепной и лесной зонах производственные посевы баклажан, сладких перцев очень незначительны и только раннеспелых сортов. Значительно увеличиваются в этом районе посевные площади огурцов и капусты, а также томатов раннеспелых сортов.

Все рассматриваемые культуры, за исключением огурцов, на территории Украины выращиваются рассадным способом. Опыт выращивания овощных культур показывает, что во всех почвенно-климатических зонах Украины сроки высадки рассады и посева семян в грунт оказывают большое влияние на формирование урожая. Путем выбора сроков посева в грунт семян огурцов и высадки рассады баклажан, сладких перцев и томатов представляется возможным помещать растения в различные погодные условия и выбирать оптимальные для получения высоких урожаев. Наиболее благоприятными сроками для высадки растений в поле являются сроки, когда температурный режим соответствует требованиям растений, что способствует хорошей всхожести семян и приживаемости рассады [1 – 4].

Исследования влияния сроков высадки рассады и ее возраста (в днях) показали, что оптимальным возрастом для высадки в грунт у баклажан и сладких перцев является возраст от всходов до высадки рассады 45 и более дней [1, 2], для томатов – в фазе бутонизации – начала цветения [3, 4]. Для огурцов оптимальная температура почвы после посева должна быть не ниже 12° С является. При соблюдении этих условий зависимость продолжительности межфазного периода от посева до всходов огурцов и от высадки рассады в грунт до начала массового цветения будет определяться только температурным режимом.

И высадка рассады в грунт баклажан, перцев и томатов и посев семян огурцов производятся после перехода температуры воздуха через 13 – 14° С и полной вероятности прекращения заморозков, так как эти культуры плохо переносят снижение температуры воздуха даже до 10° С [1 – 5].

Исследование зависимости темпов развития овощных культур от термического режима в условиях оптимального увлажнения позволили сделать вывод, что оптимальной температурой для произрастания огурцов после всходов является температура воздуха 20 – 23° С, баклажан и сладких перцев после высадки рассады в грунт – 22 – 24° С, томатов – 20 – 22° С. При таких значениях температуры воздуха межфазный период огурцов от посева до всходов составляет 11 – 13 дней; от высадки в грунт до цветения баклажан составляет 38 – 42 дня, сладких перцев 34 – 36 дней и томатов – 22 дня.

В период бутонизации всех овощных культур требования к температурам воздуха повышаются. Так, при температуре воздуха ниже 17° С начинается сильное опадение бутонов у баклажан и перцев, образование бутонов у томатов и огурцов прекращается.

После продолжительного (3 – 6 дней) понижения температуры воздуха ниже 15 – 17° С начинается осыпание бутонов.

Связь продолжительности периода от всходов до цветения огурцов разная за период от всходов до цветения женских цветков и от всходов до цветения мужских цветков и составляет соответственно 40 и 34 дня.

Коэффициенты корреляции продолжительности периодов от всходов до цветения огурцов и от высадки рассады до цветения баклажан, сладких перцев и томатов со средней температурой воздуха за период существенно различаются по сортам для разной скороспелости для всех культур. Следует отметить закономерность уменьшения тесноты связи продолжительности межфазных периодов со средней температурой воздуха за период с продвижением из более северных в более южные районы. В центральных районах Украины и районах северной степи значения коэффициентов корреляции колеблются в пределах от 0,65 до 0,75. В южных районах Украины они составляют 0,45 – 0,56. В аналитической форме связь продолжительности периодов со средней температурой воздуха выражена уравнением прямой линии.

С понижением температуры воздуха продолжительность межфазных периодов от всходов до цветения огурцов и от высадки рассады до цветения баклажан, сладких перцев и томатов возрастает. Также возрастает продолжительность периода от высадки рассады в грунт до цветения у баклажан, сладких перцев и томатов при высадке рассады возрастом меньше 45 дней.

В период от цветения до технической спелости требования овощных культур к термическим условиям возрастают. Оптимальной температурой для развития огурцов в этот период является температура воздуха 23 – 24° С, баклажан – 24 – 27° С, сладких перцев – 23 – 26° С, томатов – 23 – 25° С. При таких средних температурах продолжительность периода колеблется: у огурцов – от 11 до 14 дней, у баклажан – 24 – 26 дней, у сладких перцев – 22 – 24 дня, у томатов – от 12 до 22 дней. Следует отметить, что при высадке рассады в грунт томатов в фазе бутонизации – появление первого цветка, продолжительность периода до начала массового цветения составляет от 10 до 12 дней [5].

На темпы развития овощных культур в период плодообразования влияет колебание температур в течение суток.

Исследование влияния средней дневной и средней ночной температуры воздуха на продолжительность периода цветение – техническая спелость показало, что продолжительность этого периода у этих культур зависит в большей степени от уровня ночных температур. Минимальная ночная температура, необходимая для завязывания плодов, составляет 15° С. При снижении средней ночной температуры ниже 13° С завязывание плодов прекращается. Оптимальными ночными температурами для плодообразования являются температуры 17 – 19° С [1 – 5].

У всех исследуемых культур в зависимости от температурных условий время начала плодообразования может меняться. Конец плодообразования у баклажан и сладких перцев и позднеспелых сортов томатов повсеместно наблюдается при переходе температуры воздуха через 10° С осенью, у огурцов – в конце августа. Средняя продолжительность периода плодоношения колеблется от 48 до 76 дней у огурцов, от 56 до 85 дней у томатов, от 45 до 90 дней у баклажан и сладких перцев. В среднем по агроклиматическим зонам Украины последний сбор огурцов наблюдается в южных районах степной зоны в начале третьей декады августа, в конце августа – начале сентября в северных районах степной и южных районах лесостепной зон, в середине сентября в остальных районах лесостепной и лесной зонах.

Последний сбор баклажан, сладких перцев и томатов наблюдается в лесной и лесостепной зонах в начале сентября, в северных районах степной зоны – в начале второй декады сентября, в южных районах степной зоны – в конце сентября начале октября в зависимости от даты перехода температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  и начала первых заморозков.

Средние урожаи исследуемых овощных культур в Украине изменяются в значительных пределах. В степных районах на орошаемых землях средние урожаи томатов колеблются от 250 до 350 ц/га, сладкого перца – от 220 – 320 ц/га, баклажан – от 150 до 250 ц/га, огурцов – от 160 до 350 ц/га. Наибольшие урожаи овощных наблюдаются в южных степных областях Украины и АР Крым. В восточных областях урожаи составляют 180 – 250 ц/га, 170 – 230 ц/га, 90 – 180 ц/га, 100 – 180 ц/га соответственно. В центральных областях Украины они еще ниже на 50 – 70 ц/га.

На урожайность всех плодовых овощных культур в разных почвенно-климатических зонах оказывают влияние сочетание множества факторов: уровень термического режима в критический период развития, в период плодоношения, в целом за вегетационный период, сроки сева огурцов и сроки высадки рассады в грунт баклажан, перцев и томатов, качество высаживаемой рассады, количество выпадающих осадков и соблюдение режима орошения, своевременность внесения удобрений и пр. В лесостепной и лесной зонах баклажаны, перцы и томаты испытывают недостаток тепла, в северной части степной зоны – недостаток влаги без орошения. В степных районах высокий термический режим (дневные температуры выше  $32 - 34^{\circ}\text{C}$ ) в период завязывания плодов влияет на стерильность пыльцы цветков всех овощных культур.

Временные ряды урожайности овощных культур можно рассматривать как сумму двух составляющих: первая – это урожайность, обусловленная ростом культуры земледелия и вторая – урожайность, обусловленная климатическими факторами. Для оценки изменчивости климатической составляющей урожая используется коэффициент вариации [6].

Расчет коэффициентов вариации климатической составляющей урожайности овощных культур (табл. 1) показал, что значения климатической составляющей для всех овощных культур по экономическим районам подвержены одинаковым закономерностям.

Таблица 1 – Климатическая составляющая изменчивости урожаев овощных культур по экономическим районам Украины

№ п/п	Экономический район	Климатическая составляющая урожая			
		томаты	перцы	баклажаны	огурцы
1.	Северо-западный	0,30	0,32	0,35	0,28
2.	Центральный	0,24	0,25	0,26	0,24
3.	Донецко- Приднепровский	0,22	0,23	0,23	0,22
4.	Юго-Западный	0,19	0,19	0,19	0,19
5.	Южный	0,17	0,16	0,17	0,17

Наименьшая изменчивость климатической составляющей наблюдается у огурцов и она изменяется в направлении с северо-запада на юго-восток постепенно уменьшаясь от 0,28 до 0,17. Наибольшие колебания климатической составляющей урожая наблюдается у баклажан – от 0,35 на северо-западе до 0,17 на юге. Среди

рассматриваемых культур баклажаны отличаются наибольшей требовательностью к теплу.

Были рассчитаны количественные взаимосвязи между отклонениями средних урожаев овощных культур от линий трендов и аномалий среднедекадной температуры воздуха, которые позволили выявить влияние температуры воздуха за период с мая по вторую декаду сентября на урожайность овощных культур по агроклиматическим зонам Украины (рис. 1).

Как видно из рис. 1 влияние среднедекадной температуры воздуха на формирование урожайности наиболее ярко выражено в лесной и лесостепной зонах (рис.1 а, б). На этой территории период наибольшего влияния термического режима на формирование урожайности всех овощных культур приходится на период июль – начало августа. В этих районах высева семян огурцов в грунт и высадка рассады остальных овощных культур производится в конце мая и начале июня, и в течение ближайших двух декад формируются всходы огурцов, и идет приживаемость рассады. Высокие температуры в этот период затрудняют приживаемость рассады.

В областях северной части степной зоны температурный режим играет решающую роль в формировании урожая в конце июня – начале июля (рис.1, в), когда наблюдается массовая бутонизация. В этот период снижение температуры ниже 17° С приводит к сильному опадению образовавшейся завязи.

В областях южной степи, где температурный режим выше в течение всего вегетационного периода, вклад температуры воздуха в формирование урожайности снижается (рис. 1, г).

Наши исследования показали, что влагопотребность всех исследуемых культур высока, в большинстве районов они возделываются при орошении. И только в лесной зоне и некоторых районах лесостепной зоны они возделываются без орошения, только в отдельные годы – с частичным орошением. В степных районах увеличение межполивного периода в период плодоношения до 10 – 15 дней и более при сумме осадков в этот период не превышающей 10 мм также приводит к увеличению осыпаемости репродуктивных органов у всех рассматриваемых овощных культур.

Анализ динамики коэффициентов корреляции аномалии урожайности от линий трендов и аномалий среднедекадной температуры воздуха от средней многолетней позволил выделить периоды, когда культуры наиболее требовательны к теплу. Для всех культур этот период наблюдается в период бутонизации и массового цветения. Продолжительность этого периода составляет для всех культур 30 дней – 10 дней до начала массового цветения плюс 20 дней после начала массового цветения.

Темпы развития овощных культур существенно сказываются на их продуктивности. В зависимости от времени наступления фенологических фаз в каждом конкретном году в данном районе урожайность овощных культур значительно изменяется. Поскольку даты наступления зависят от средней температуры воздуха, то и урожайность, следовательно, также находится в большой зависимости от теплообеспеченности как отдельных межфазных периодов, так и всего периода вегетации.

Наибольшее влияние на величину урожая овощных культур оказывает теплообеспеченность критического периода развития, всего вегетационного периода и продолжительность периода плодоношения и его теплообеспеченность. Коэффициенты корреляции урожаев с продолжительностью периода плодоношения у всех культур колеблются в пределах от 0,50 до 0,83; с суммами температур за критический период – от 0,45 до 0,73.

Величина урожаев овощных культур различных по скороспелости сортов пропорциональна сумме температур для огурцов за период от посева до естественное

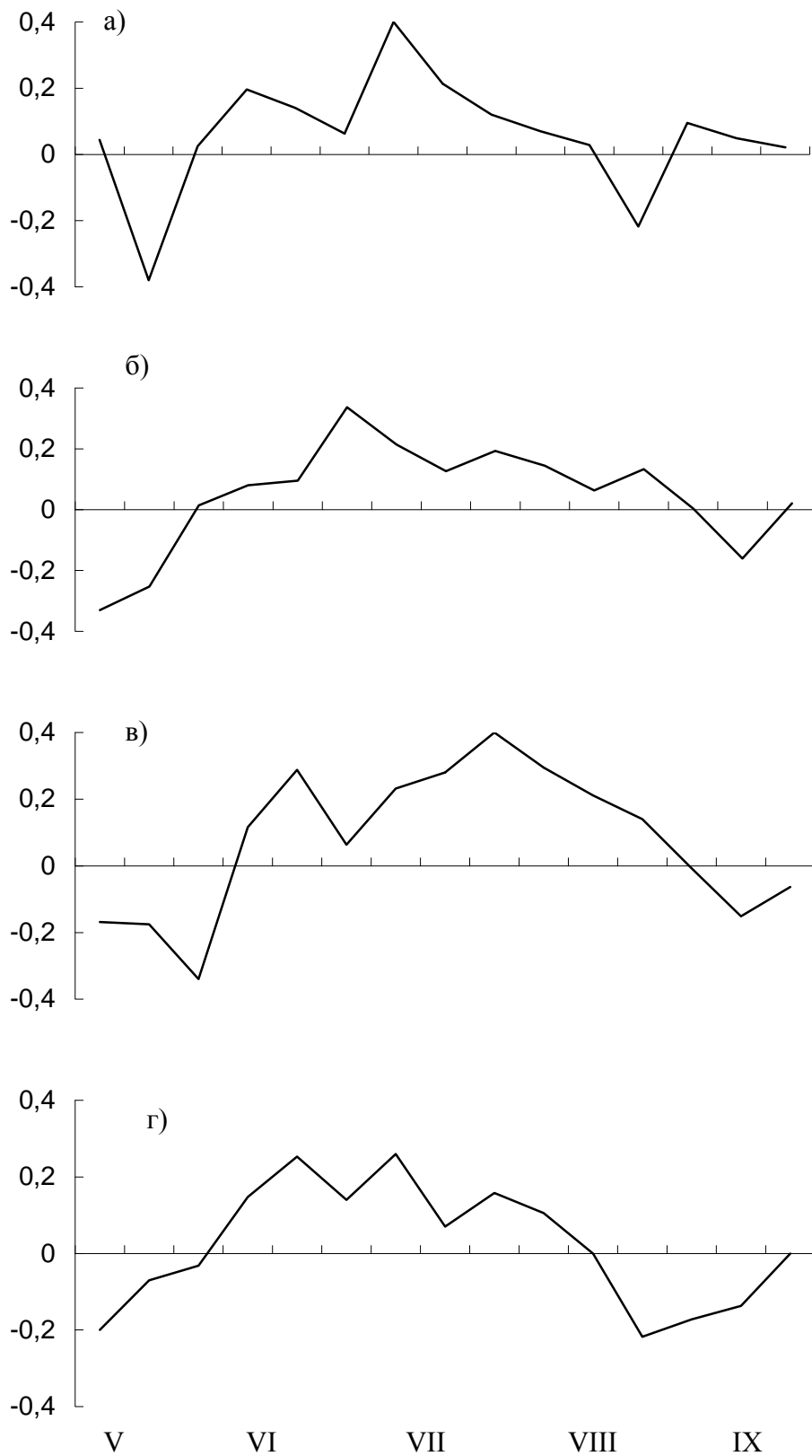


Рис. 1. Динамика коэффициентов корреляции между отклонениями урожайности перца и средней декадной температуры воздуха.  
 а – лесная зона; б – лесостепная зона; в – северная часть степной зоны;  
 г – южная степ.

завершение плодоношения, для баклажан, сладких перцев и томатов – за период от высадки рассады в грунт до последнего сбора плодов. Связь урожаев плодов с суммами температур за вегетационный период характеризуется коэффициентами корреляции от 0,68 до 0,75 в южных районах и от 0,73 до 0,86 в районах лесной и лесостепной зон. Причем, сортовые различия на тесноте связи практически не сказываются.

В равных условиях термического режима, режима увлажнения и почвенного плодородия урожай определяется биологическими особенностями сортов. Более урожайными будут сорта, обладающие большей урожайностью при равных суммах температур, имеющие более устойчивую продолжительность межфазных периодов до начала периода плодоношения.

Наличие связи урожая рассматриваемых овощных культур с суммами активных температур воздуха за вегетационный период означает, что изменчивость урожая по годам связана с изменчивостью сумм температур. Для характеристики изменчивости сумм температур за тридцатилетний период по всем станциям каждой агроклиматической зоны были определены суммы температур и среднее квадратическое отклонение. Результаты расчетов позволяют сделать вывод, что устойчивость сумм температур возрастает в направлении с северо-запада на юго-восток Украины. Среднее квадратическое отклонение изменяется от 400 до 200° С соответственно.

Учитывая тот факт, что высадка рассады овощных культур в грунт и высев семян огурцов совпадают с датами перехода температур воздуха через 15° С, то были рассчитаны суммы активных температур выше 15° С и проведено сравнение сумм температур за вегетационный период с суммами температур выше 15° С. Отклонения незначительны. Поэтому суммы температур выше 15° С можно использовать в качестве интегрального показателя благоприятствования температурных условий вегетационного периода для выращивания теплолюбивых овощных культур (табл. 2).

Таблица 2 – Обеспеченность теплом (%) периода вегетации овощных культур по агроклиматическим зонам Украины

Агрокли- матические зоны	Суммы температур выше 15° С						
	2110- 2300	2301- 2500	2501- 2700	2701- 2900	2901 - 3100	3101- 3300	3301- 3500
Лесная	87	81	56	31	18	6	-
Лесостепная	90	82	65	50	30	15	5
Северная степь	100	87	81	56	31	18	10
Южная степь	100	100	100	75	62	31	25

Сопоставление сумм активных температур выше 15° С с датами перехода температуры воздуха через 15° С весной показало, что между ними существует довольно тесная связь (табл. 3)

Поскольку существует тесная связь между урожаями овощных культур и суммами температур за вегетационный период, то полученные уравнения (табл. 3) можно использовать для предварительного прогноза урожаев овощных культур с заблаговременностью почти 3 месяца.

Таблица 3 – Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции между датами перехода температуры воздуха через 15° С весной (Д\*) и суммами температур за вегетационный период овощных культур (У)

Агроклиматическая зона	Уравнения связи	Число случаев	Коэффициент корреляции
Лесная	$Y = - 28,8 Д + 3370$	136	0,83±0,02
Лесостепная	$Y = -30,4 Д + 3650$	136	0,81± 0,02
Северная степь	$Y = - 29,8 Д + 4050$	156	0,79±0,01
Южная степь	$Y = - 28,8 Д + 4165$	183	0,76 ±0,01

Примечание: вместо даты перехода температуры воздуха через 15° С в уравнениях принимается число дней от первого числа месяца, в котором наблюдается самый ранний переход температуры воздуха через эту дату. Такие уравнения получены для каждого из областных центров всех зон.

Поскольку существует тесная связь между урожаями овощных культур и суммами температур за вегетационный период, то полученные уравнения (табл. 3) можно использовать для предварительного прогноза урожаев овощных культур с заблаговременностью почти 3 месяца.

**Выводы.** Таким образом, нами исследованы агрометеорологические условия произрастания овощных культур по территории Украины, установлены агрометеорологические показатели развития по межфазным периодам вегетации и в целом за вегетационный период баклажан, огурцов, сладких перцев и томатов, рассчитана теплообеспеченность вегетационного периода по агроклиматическим зонам и установлена аналитическая связь урожайности овощных культур с суммами температур выше 15° С.

### Список литературы

1. *Абрамов В.К.* Климат и культура огурца. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. –134 с.
2. *Божко Л.Е.* Влияние температуры воздуха на урожайность перца // Метеорология и гидрология. 1979. – № 6. – С. 85 – 89.
3. *Божко Л.Е., Пыхтина М.А.* Влияние температуры воздуха на темпы развития баклажан и сладкого перца // Метеорология, климатология и гидрология, 1982. – Вып.18. – С. 97 – 102.
4. *Ершова В.Л.* Возделывание томатов в открытом грунте. – Кишинев. – Штиница, 1978. – 289 с.
5. *Алпатьев А.В.* Помидоры. – М.: Колос, 1981. – 304 с.
6. *Полевой А.Н.* Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 185 с.
7. *Шашко Д.И.* Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.



**Агрометеорологические условия и продуктивность овощных культур в Украине.  
Божко Л.Е.**

*Розглядається вплив погодних умов на темпи розвитку та формування врожайності баклажанів, огірків, солодкого перцю та томатів в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Наводяться кількісні залежності тривалості міжфазних періодів від середньої температури повітря за період та врожайності цих культур від різних агрометеорологічних показників. Розрахована забезпеченість теплом вегетаційного періоду по всіх зонах України.*

**Ключові слова:** *овочеві, фази розвитку, теплозабезпеченість, урожайність, тенденція.*

**Agroclimatic Conditions and Productivity of Vegetable Crops in the Ukraine.  
Bozhko L.E.**

*Influence of weather conditions on the rates of development and generation of productivity for egg-plant, paprika, tomatoes and cucumbers in various soil-climatic areas of the Ukraine is examined. Quantitative dependences of interphase period duration upon mean temperature of the air for the period as well as capacity of the crops upon various agroclimatic indices are presented. Provision of heat of vegetable crops in all agroclimatic areas of the Ukraine is estimated.*

**Key words:** *vegetable; phases of development; provision of heat; crop capacity; tendencies*