

**Библиографический список**

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Моск. ун-т, 1980. – 224 с.
3. Минеев В.Г., Лебедева Л.А. Юстус Либих и современная агрохимия // Агрохимия и качество растениеводческой продукции. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 3-13.
4. Убугунов Л.Л., Меркушева М.Г., Будаев Б.Х. Влияние фосфорных удобрений на динамику содержания подвижного

фосфора в орошаемой каштановой почве западного Забайкалья, продуктивность, качество и сохранность картофеля // Агрохимия. – 2004. – № 2. – С. 40-51.

5. Никитишен В.И. Особенности круговорота азота в условиях интенсивного применения удобрений на серых лесных почвах // Генезис, плодородие и мелиорация почв. – Пущино: ОНТИНЦБ и АН СССР, 1980. – С. 174-188.

6. Тихомирова Л.Д. Биологический метод определения плодородия почвы // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1972. – № 5. – С. 15-18.



УДК 58.056:635.1/.7(571.15)

**Е.Г. Пивоварова,  
А.О. Люцигер,  
Т.А. Кузнецова,  
Е.В. Кононцева**

**ТЕНДЕНЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ  
НА ОРОШАЕМЫЕ АГРОЦЕНОЗЫ ТОМАТА, ОГУРЦА И КАПУСТЫ**

***Ключевые слова:** изменение климата, среднемесячные температуры, урожайность, картофель, морковь.*

**Введение**

В последнее время появился ряд работ, посвященных изучению климатических изменений на территории Западной Сибири и Алтайского края, зачастую противоречивых, что объясняется использованием различных методов оценки [1-3]. Ранее нами были определены тенденции изменения среднесуточных годовых температур, математически доказано увеличение продолжительности безморозного периода на 2 декады [3]. Однако для продуктивности сельскохозяйственных культур имеет значение не только, и не столько изменение обобщенных годовых показателей, сколько распределение температур и осадков в течение года (вегетационного периода). В работе Н.Ф. Харламовой впервые дан анализ тенденций изменения температуры воздуха и осадков внутри сезонов года [4]. Приведенные результаты подтверждают региональную тенденцию изменений климата в форме глобального потепления с замедлением скорости роста температуры за счет повышения суровости зим. Целью данного

исследования являлась оценка воздействия метеорологических параметров на урожайность овощных культур (томата, огурца, капусты) и тенденций изменения их продуктивности в условиях меняющегося климата Алтайского Приобья за период 1961-2010 гг. Овощеводство и картофелеводство, как подсобные отрасли сельского хозяйства призваны обеспечивать потребности населения края в этих продуктах. Созданием, производством и реализацией высокопродуктивных сортов картофеля и овощей занимается Западно-Сибирская овощекартофельная селекционная опытная станция. Развитое производство овощей позволяет поставлять за пределы края более 100 тыс. т картофеля, 10-15 тыс. т овощной продукции. Поскольку биологические особенности культур предъявляют различные требования к теплу и влаге в течение вегетации, определенный интерес представляет изменение среднемесячных температур и сумм осадков по месяцам за последние 50 лет. В засушливых условиях, характерных для степных зон Алтайского края, погода и климат оказывают существенное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Частично это решается путем регулирования водного режима с помо-

щью орошения. В связи с этим выделить и оценить степень влияния погодных условий очень трудно – эффект технологических параметров (обработка почв, мелиорации, средства защиты и т.п.), используемых в сельском хозяйстве, с каждым годом возрастает [5].

### Объекты и методы

В работе использованы материалы многолетнего полевого опыта ГНУ Западно-сибирская овощная опытная станция ВНИИО РАСХН в овощном севообороте (томат, капуста, морковь, картофель, огурец) за период 1960-2009 гг. Данные среднесуточных температур и осадков по месяцам вегетационного периода за этот же период предоставлены Росгидромет ГУ «Алтайский краевой центр по метеорологии и мониторингу окружающей среды». Современные тенденции климатических изменений оценивались с помощью статистических и информационно-логического методов. Использование информационного метода [6], основанного на параметрах вероятности и неопределенности, не требует соответствия эмпирических распределений какому-либо статистическому закону, позволяет вычленять действие отдельных факторов и давать

оценку каждого в отдельности. Степень связи между фактором и явлением оценивается с помощью коэффициента передачи информации ( $K_{эфф}$ ), а наиболее вероятные состояния функции при определенном состоянии факторов – по отношению условных вероятностей ( $c$ ).

### Результаты и их обсуждение

Оценка эффективности сельскохозяйственного производства в зоне рискованного земледелия (к которым относится территория Алтайского края) производится с учетом погодных условий текущего вегетационного периода и средних многолетних климатических показателей. Однако данные, вошедшие в климатический справочник, получены до 1961 г. и до сих пор не обновлялись [7]. Тем не менее у климатологов принято говорить об изменениях климата в том случае, если таковые установлены за период более чем 30 лет. В рамках данного исследования обобщены среднемесячные значения температуры воздуха с мая по сентябрь с осреднением по 5 лет (рис.). Начиная с 1961-1970 гг. отмечаются тенденции увеличения среднесуточных температур только в мае месяце и в целом за вегетационный период.

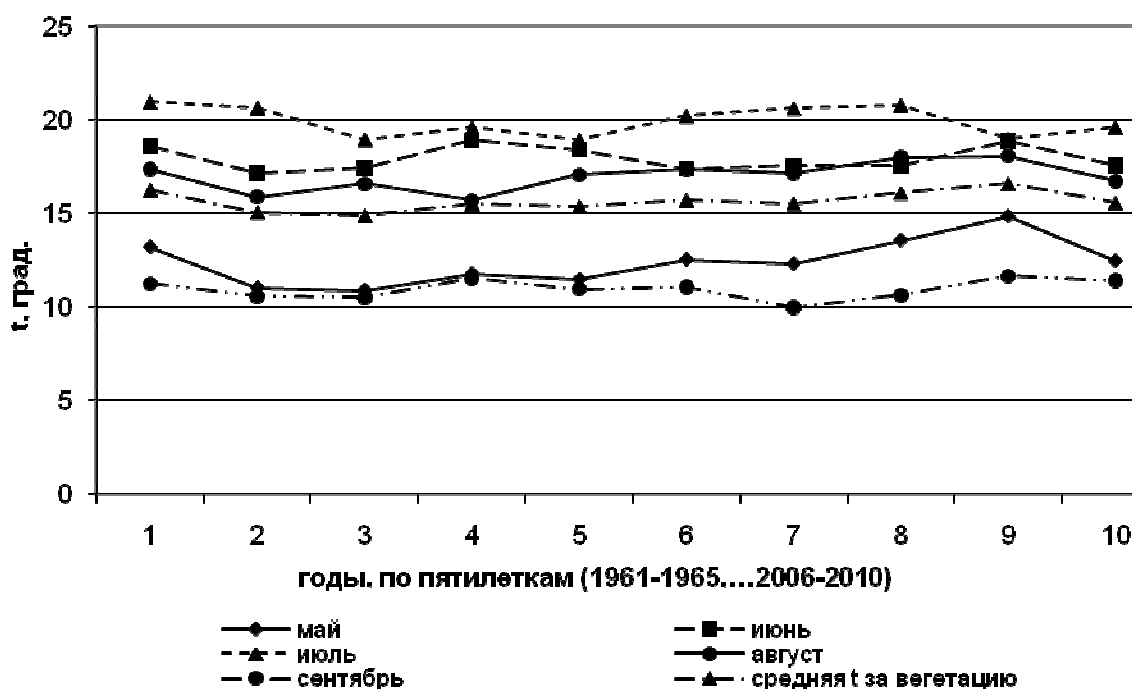


Рис. Динамика среднесуточных температур по месяцам вегетационного периода (средние за 1961-2010 гг.)

Однако если усреднить среднесуточные температуры за 50-летний период и суммировать по месяцам, то полученные закономерности становятся более явными (табл. 1). Наибольший прирост суммы температур отмечается в мае (+52,7<sup>0</sup>С) и июне (+40,2<sup>0</sup>С), соответственно, минимальный – в сентябре (13,8<sup>0</sup>С), в целом же за вегетационный период потепление составило более 160<sup>0</sup>С.

По осадкам аналогичные показатели изменились незначительно, в среднем на 2-5 мм за месяц, а в целом за вегетацию сумма осадков уменьшилась лишь на 10,8 мм. Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод об усилении аридности климата Алтайского Приобья за последние 50 лет. Для того чтобы оценить, как данные изменения отразятся на продуктивности овощных культур были выбраны томат, огурец и капуста.

Биологические особенности овощных культур определяют более высокие требования агрохимическому фону и к гидротермическим условиям вегетационного периода (табл. 2). Так, на продуктивность томата наиболее сильное влияние оказы-

вают температуры июля ( $K_{эфф} = 0,2042$ ), а также осадки июня. Известно, что томаты испытывает потребность в тепле в период роста растений и формирования плодов [8]. Потребность во влаге у растений томатов в первые фазы роста небольшая, но с началом образования завязей и первых плодов (июль) наступает период активного ее поглощения, в это время растения не переносят засухи. В засушливых условиях Алтайского Приобья эта проблема решается с помощью орошения, поэтому зависимость от осадков становится менее значимой ( $K_{эфф} = 0,1555$ ).

Для получения высокой урожайности огурцов наиболее важен температурный режим в период плодоношения – июль-август ( $K_{эфф} = 0,2327$  и  $0,2997$  соответственно), а режим влажности в период роста растений – июнь ( $K_{эфф} = 0,2290$ ). Снижение зависимости урожайности огурца с осадками июля, августа несколько расходиться с известными фактами об их потребности во влаге [9]. Это объясняется тем, что под действием орошения зависимость от атмосферных осадков ослабляется.

Таблица 1

Тенденции изменения среднесуточных и суммы температур по месяцам вегетационного периода

Климатические параметры	Месяц					Май-сентябрь
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Среднесуточная температура, <sup>0</sup> С						
Средние до 1961 г.	10,7	16,6	18,9	16,3	10,5	14,6
Средние за 1961-2010 гг.	12,40	17,94	19,93	16,98	10,96	15,65
Сумма температур, <sup>0</sup> С						
Средние до 1961 г.	331,7	498,0	585,9	505,3	315,0	2233,8
Средние за 1961-2010 гг.	384,4	538,2	617,8	526,4	328,8	2394,5
Прирост, <sup>0</sup> С	+52,7	+40,2	+31,8	+21,1	+13,8	+160,7
Осадки, мм						
Средние до 1961 г.	37	49	67	52	37	242
Средние за 1961-2010 гг.	38,8	51,4	61,3	49,1	30,6	231,2

Таблица 2

Влияние гидротермических параметров на урожайность овощных культур (по коэффициентам эффективности передачи информации)

Культура	Суммы температур, <sup>0</sup> С					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	за вегетационный период
Томаты	-	0,1829	0,2042	0,1326	-	0,2205
Огурцы	0,2247	0,1721	0,2327	0,2997	-	0,1418
Капуста	0,1183	0,1110	0,1529	0,1131	0,0999	0,1216
Осадки, мм						
Томаты	-	0,1749	0,1555	0,1363	-	0,2920
Огурцы	0,1601	0,229	0,1185	0,1686	-	0,1474
Капуста	0,0872	0,1660	0,0724	0,1276	0,0930	0,1258

Белокочанная капуста не требует для своего роста большого количества тепла, а ее потребность к водному режиму в производственных условиях решается за счет орошения [8]. В связи с этим зависимость урожайности капусты от гидротермических условий вегетационного периода по сравнению с томатом и огурцом несколько ниже (табл. 2).

Специфические состояния урожайности исследуемых овощных культур на различных этапах вегетационного периода дали возможность выявить оптимальные суммы температур и осадков, позволяющих получить максимально возможную урожайность томатов, огурцов и капусты в соответствии с их биоклиматическим потенциалом (табл. 3). Оптимальная сумма температур для томатов в июле составляет 550-600<sup>0</sup>С. Этот период соответствует росту и формированию плодов. Томаты – растения самоопыляющиеся. Пыльца не созревает при температуре ниже +10<sup>0</sup>С, а при слишком жаркой погоде (более +30<sup>0</sup>С) опыление происходит плохо, поскольку пыльца становится липкой и плохо поддается переносу с цветка на цветок. При сохранении такого же уровня температур в августе период плодоношения и общая урожайность увеличиваются [9].

Температурный оптимум для томатов за вегетационный период составляет 2200-2400<sup>0</sup>С. Оптимальное количество осадков в наиболее критический период составляет 40-60 мм (июнь). Сопоставление их с тенденциями изменения климатических показателей за период с 1961 по 2010 гг. позволяют сделать следующие выводы (табл. 3). При сохранении тенденций из-

менения климата температурный режим для роста и развития томатов остается в пределах оптимума. Недостаток осадков в июне в условиях орошаемого производства позволяет надеяться на гарантированно высокие урожаи (60 т/га и более) этой культуры в современных условиях.

Для формирования высоких урожаев огурца отмечаются аналогичные закономерности (табл. 3). Повышение суммы температур в начале вегетационного периода в условиях орошения будет способствовать сохранению урожайности данной культуры на уровне 40 т/га.

Несмотря на то, что капуста менее требовательна к теплу, суммарный оптимум за вегетацию составляет 2400-2500<sup>0</sup>С, это обусловлено тем, что у данной культуры более длительный период роста и температурный режим сентября также влияют на ее продуктивность. Для этой культуры можно выделить два оптимума в июне и июле. Первый, более низкий (400-450 в июне и 525-550 в июле) в условиях недостатка осадков, и второй, более высокий (625-675 в июне и июле) для условий благоприятного распределения осадков и орошения.

Как уже отмечалось, овощные культуры требовательны к агрохимическому фону, однако нами было установлено, что влияние удобрений по сравнению гидротермическими условиями вегетации характеризуются гораздо более низкой связью ( $K_{эфф} = 0,0269$  – для огурца,  $K_{эфф} = 0,0348$  – для томата и  $K_{эфф} = 0,1233$  – для капусты). Максимальная урожайность формируется при полной минеральной и органической системах удобрения.

Таблица 3

Оптимальные гидротермические параметры для формирования урожайности овощных культур (по специфическим состояниям)

Культура	Суммы температур, <sup>0</sup> С					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	за вегетационный период
Томаты	-	450-600	550-600	550-600	-	2200-2300
Огурцы	300-325	500-550	550-625	475-525	-	2300-2500
Капуста	350-450	400-450 625-675	525-550 625-675	575-600	300-375	2500-2600
	Осадки, мм					
Томаты	40-60	40-60	40-60	20-40	-	
Огурцы	-	30-50	40-60	Менее 30 Более 70	Менее 30 Более 70	200-250
Капуста	40-60	40-80	60-80	60-80	20-80	300-350

**Заключение**

Таким образом, сохранение современных тенденций изменения климата в условиях орошения несущественно изменит технологические процессы сельскохозяйственного производства томата, огурца и капусты. Наиболее эффективными приемами сохранения высокого уровня урожайности овощных культур могут стать изменение сроков посева (посадки), разработка новых сортов, мелиоративных приемов по регулированию водного режима культур, научно обоснованных систем удобрения и т.п.

**Библиографический список**

1. Kharlamova N.F., Revyakin V.S. Regional climate and environmental chance in Central Asia // Environmental security and sustainable land use / ed. Hartmut Vogtmann, Nikolai Dobretsov / Springer. The NATO programme for security through science. – The Netherlands, 2006.

2. Кирста Ю.Б., Ловицкая О.В. Прогноз климатических изменений в зернопроизводящих зонах Сибири и России // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 7 (19). – С. 9-13.

3. Бурлакова Л.М., Люцигер А.О., Пивоварова Е.Г. Долговременные и современные тенденции изменения параметров климата высокого Алтайского Приобья //

Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 5.

4. Харламова Н.Ф. Долговременные климатические изменения на внутриконтинентальной территории России (Алтайский регион) // Известия Алтайского государственного университета. Серия: Биологические науки. Науки о земле. Химия. – 2010. – № 3/1. – С. 133-140.

5. Andresen J.A., Gopal A., Rotz C.A., Ritchie J.T., and LeBaron A.W. Weather Impacts on Maize, Soybean, and Alfalfa Production in the Great Lakes Region, 1895–1996. AGRONOMY JOURNAL, VOL. 93, SEPTEMBER-OCTOBER. – 2001. – P. 1059-1070.

6. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки. Сер. мед. География / ВИНТИ. – М., 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

7. Справочник по климату СССР. – М.: Гидрометиздат, 1965. – Вып. 20.

8. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. – М., 2008. – 776 с.

9. Гладких В.И., Сирота С.М. Агротехника овощных культур. – Барнаул, 2002. – 107 с.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 10-04-92506-ИК\_а и CRDF № RUB1-2988-BR-10.*



УДК 631.6

**В.П. Часовских,  
А.С. Давыдов**

**СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ ОТРАСЛИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

**Ключевые слова:** мелиорация, орошаемые земли, кормопроизводство, дождевальные машины, оросительная

система, инвестиционные программы, выход продукции, эффективность капитальных вложений.