



630.551.582 (083)

О.А. Пасько

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Ключевые слова:** погодные условия, урожайность, качество продукции, корнеплоды, Западная Сибирь, статистические методы обработки, критические фазы.

В жизни растений имеются «критические фазы», во время которых они особо чувствительны к неблагоприятным условиям, в частности, погодным. Знание времени наступления этих фаз позволяет заранее принять адекватные меры и способствует формированию максимального урожая. Несмотря на обилие публикаций, посвященных корнеплодам, данные о силе влияния погодных условий на их урожайные качества в доступной нам литературе отсутствуют.

Известно, что прорастание семян моркови столовой и свеклы столовой начинается при температуре 3-4°C, оптимальной является температура 20°C. Всходы выдерживают кратковременное понижение температуры до -3...-4°C или длительное понижение до +2...+3°C, после чего у растений часто наблюдают стеблевание (образование цветonoсных побегов) [1, 2]. В листьях и корнеплодах содержится сравнительно много воды (83-88% на сухую массу), поэтому растения отличаются низкой засухоустойчивостью и требуют повышенного увлажнения [1, 3].

В связи с этим перед нами была поставлена задача – изучить и количественно описать влияние гидротермических условий вегетационного периода на урожайные качества корнеплодов применительно к югу Томской области.

### Условия, объекты и методики исследований

Исследования проводили на территории Томской государственной сортоиспытательной станции в течение пяти лет (1992-1997 гг.). Станция расположена на территории пятого агроклиматического района Томской области, который характеризуется как умеренно теплый и умеренно

влажный. Преобладает короткое теплое, порой жаркое лето. Весной и осенью обычны заморозки [4]. Почвы опытного участка – серые лесные, характеризуются слабо кислой реакцией среды, содержат 6,3% гумуса, 0,3% общего азота, 0,25% общего фосфора, 14 мг калия и 37,6 мг подвижного фосфора на 100 г почвы.

Объектами исследований служили морковь столовая (*Daucus carota* L., сем. *Ariaceae*) (сорта Витаминная 6, НИИ ОХ-336, Шантенэ 2461, Шанс) и свекла столовая (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef. (*varesculenta* L., var. *hortensis*) (сорта Браво, Бордо, Сибирская и Египетская плоская).

Посев семян производили 23 мая. Опыт закладывали в четырех повторностях на делянках с учетной площадью не менее 20 м<sup>2</sup> [5]. Фенологические наблюдения проводили по одному повторению. Отмечали дату начала (10-15%) и полных всходов (75%), а также начала пучковой и полной технической (товарной) спелости.

За начало пучковой спелости принимали дату, когда в пробе было около 10% годных к употреблению корнеплодов. Полная техническая спелость характеризовалась сформировавшимися и соответствующими ГОСТу корнеплодами. К уборке урожая приступали по мере достижения корнеплодами каждого сорта технической зрелости, когда не менее 75% корнеплодов достигает размеров товарных.

Весь урожай сортировали на товарный и нетоварный (больные, поврежденные, треснувшие, цветущие, недогон, уродливые и разветвленные). Каждую фракцию взвешивали и вычисляли долю ее содержания в общем урожае корнеплодов с делянки. Кроме того, брали среднюю пробу массой в 10 кг со всех повторностей, подсчитывали в ней число корнеплодов и выводили средний вес товарного корнеплода с точностью до 1 г.

Для характеристики погодных условий определяли сумму температур выше 10 и

15°C в первую (ST\_10\_1 и ST\_15\_1) и последующие фазы развития, а также количество осадков в первую (SO\_1) последующие фазы развития. Путем статистической обработки устанавливали силу связи между гидротермическими условиями и показателями урожайности. Использовали корреляционный, регрессионный и дисперсионный виды анализа.

### Результаты и обсуждение

**Морковь столовая.** Изучение длительности различных фаз моркови показало, что наиболее быстрой была фаза прорастания. В благоприятные годы полные всходы появлялись через 7 сут. после посева семян, в наименее благоприятные – на 10 дней позже. Временной промежуток от даты полных всходов до начала

пучковой спелости составлял 39-54 сут., от даты начала пучковой спелости до даты уборки – 48-62 дня. Сортовые различия по урожайным качествам были существенными (рис. 1). В темпах прохождения фенофаз они отсутствовали.

Обобщенный корреляционный анализ, проведенный по совокупности изученных сортов, выявил слабую зависимость продуктивных качеств моркови от гидротермических условий вегетационного периода, что свидетельствует об относительной устойчивости культуры. Так, урожайность товарной продукции (УТП) незначительно, но достоверно зависела от сумм температур выше 10 и 15°C в первую фазу развития и суммы осадков во вторую фазу развития.

$$UTP^*(ST_{10\_1} \quad ST_{15\_1} \quad SO_{2}) \\ (0,180 \quad 0,172 \quad -0,173) \text{ при уровне значимости } p < 0,05.$$

Выход товарной продукции (VTP) определялся как теплом, так и осадками во время всей вегетации.

$$VTP^*(ST_{15\_1} \quad ST_{10\_2} \quad ST_{15\_2} \quad ST_{5\_3} \quad SO_{1} \quad SO_{2} \quad SO_{3}) \\ (-0,230 \quad 0,240 \quad -0,278 \quad 0,244 \quad 0,160 \quad -0,176 \quad -0,213) \text{ при уровне значимости } p < 0,05.$$

Масса корнеплода (МК) положительно коррелировала с суммой температур выше 10°C во вторую и третьи фазы и отрицательно – с количеством осадков в это же время.

$$MK^*(ST_{10\_2} \quad ST_{10\_3} \quad SO_{2} \quad SO_{3}) \\ (0,310 \quad 0,200 \quad -0,420 \quad -0,203) \text{ при уровне значимости } p < 0,05.$$

Дегустационная оценка (DO) была слабо связана с температурными условиями (отрицательно – в первые две фазы развития и положительно – в третью). Осадки в первую фазу сказывались на дегустационной оценке положительно, в третью – отрицательно.

$$DO^*(ST_{15\_1} \quad ST_{5\_2} \quad ST_{15\_2} \quad ST_{5\_3} \quad SO_{1} \quad SO_{3}) \\ (-0,184 \quad -0,264 \quad -0,213 \quad 0,264 \quad 0,298 \quad -0,298) \text{ при уровне значимости } p < 0,05.$$

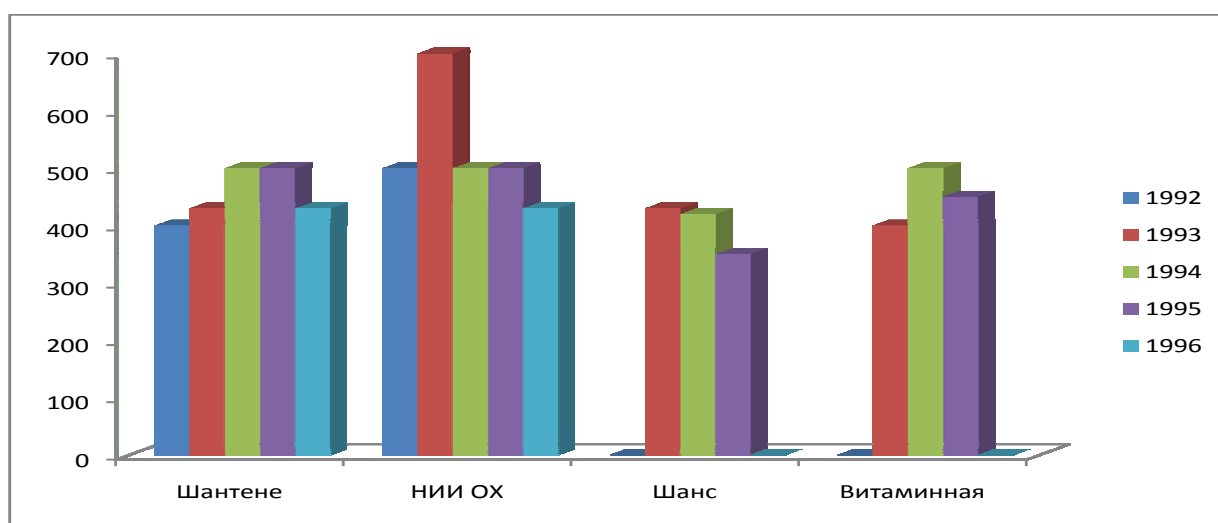


Рис. 1. Урожайность моркови разных сортов по годам, ц/га

Показатель «Недогон» (Ndgn) положительно коррелировал с суммой температур во вторую и третью фазы, отрицательно – с количеством осадков. Температуры выше 10°C снижали долю уродливых корнеплодов (УК).

$Ndgn^*(ST_{10\_2} \quad ST_{5\_3} \quad SO_{3}) \quad UK^*(ST_{10\_2} \quad ST_{10\_3} \quad ST_{15\_3})$   
 $(-0,323 \quad -0,243 \quad -0,278), \quad (0,236 \quad 0,244 \quad -0,193)$  при уровне  
 значимости  $p < 0,05$ .

Отметим слабые отрицательные корреляции между выходом товарной продукции (VTP), количеством уродливых корнеплодов и недогоном, что достаточно очевидно.

**UK-VTP (-0,340) UK-Ndgn (-0,345) Ndgn-VTP (-0,192) DO-МК (-0,155)** при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Отрицательная корреляция между дегустационной оценкой и массой корнеплода связана с более нежной мякотью и наличием моносахаров в более ранней продукции.

**Свекла столовая.** Выявлено, что наиболее быстрой являлась фаза появления всходов (19-24 дня). От появления полных всходов до начала пучковой спелости проходило 39-45 дней. Наиболее продолжительным был временной промежуток от начала пучковой спелости до начала уборки (56-63 дня). Сочетанное действие температурного фактора и увлажнения в разные годы нашел свое отражение в урожайности продукции (рис. 2).

Выход товарной продукции у всех сортов был достаточно высоким и стабильным. Изменение числа цветущих растений находилось в диапазоне 0-1,3%. Показатель «Недогон» варьировал в значительных пределах (0-24,2%).

Высокая урожайность столовой свеклы была получена либо за счет увеличения массы корнеплодов, либо за счет большего выхода товарной продукции (в частности, снижения недогона или цветущности). Часто низкая урожайность товарной продукции сочеталась с высокой массой корнеплодов и максимальными и средними показателями «Недогон» и «Цветущность».

Это свидетельствует о разных направлениях развития растений. Под влиянием какого-то достаточно сильного фактора, действовавшего предположительно в начале вегетации, часть растений быстро переходила от вегетативного развития к генеративному и зацветала. Другая часть растений, для которой фактор оказывался стрессором, отставала в развитии и формировала небольшие корнеплоды. Третья часть растений воспринимала внешний сигнал как стимулирующий фактор и формировала крупные корнеплоды. Ответ на вопрос «Что это за фактор?» представлен в таблице.

Наиболее весомый вклад в формирование урожайности товарной продукции вносили осадки в третью фазу развития ( $r = 0,62$ ). Влияние температуры было средним по силе, но неоднозначным – отрицательным относительно  $ST_{5\_2}$  (-0,41) и положительным относительно  $ST_{15\_2}$  (0,41). Зависимость от суммы температур в третью фазу была отрицательной средней силы (-0,52...-0,55).

Выход товарной продукции определялся теплом, полученным во время вегетации. Причем в первую фазу зависимость была положительной ( $r = 0,30..0,37$ ), во вторую и третью – отрицательной ( $r = -0,35...-0,36$ ).

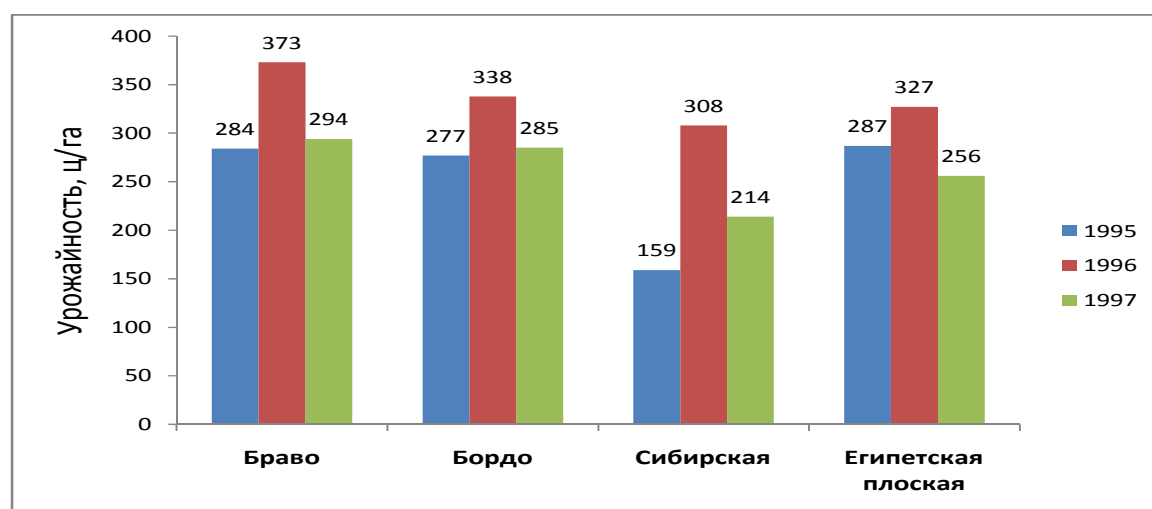


Рис. 2. Урожайность свеклы столовой разных сортов, ц/га

Влияние гидротермических условий на урожайность свеклы столовой (достоверные коэффициенты корреляции при  $p < 0,01$ )

	УТР*	VTP	МК	DO	Cvet	Ndgn
ST_5_1		0,37			0,31	
ST_10_1		0,30			0,60	
ST_15_1		0,30	-0,33		-0,43	
ST_5_2	-0,41		-0,33		-0,43	
ST_10_2		-0,36	-0,48			
ST_15_2	0,41	-0,36	0,48		0,58	
ST_5_3	-0,52	-0,36	-0,52		-0,80	0,41
ST_10_3	-0,52		-0,52		0,80	0,41
ST_15_3	-0,55	-0,35	-0,55		0,78	0,41
SO_1			0,33			
SO_2		0,30	0,34		0,43	
SO_3	0,62	0,30	0,64		0,42	-0,41
УТР			0,66	-0,53	-0,69	-0,74
VTP			0,38		-0,65	-0,65
МК	0,66	0,38		-0,40	-0,40	-0,53
DO	-0,53		-0,40			
Cvet	-0,69	-0,65	-0,40			
Ndgn	-0,74		-0,65	-0,53		

\* ST\_5\_1, ST\_10\_1, ST\_15\_1 – суммы температур выше 5, 10, 15°C в первую фазу развития; ST\_5\_2, ST\_10\_2, ST\_15\_2 – суммы температур выше 5, 10, 15°C во вторую фазу; ST\_5\_3, ST\_10\_3, ST\_15\_3 – суммы температур выше 5, 10, 15°C в третью фазу; SO\_1, SO\_2, SO\_3 – суммы осадков в первую, вторую и третью фазы; УТР – выход товарной продукции, ц/ га; VTP – выход товарной продукции, %; МК – масса корнеплода, г; DO – дегустационная оценка, баллы; Zvet – число цветущих растений, %; Ndgn – недогон, %.

Цветущность растений свеклы от погоды зависела слабо и средне (ST\_5\_1, ST\_5\_2 и ST\_15\_1: -0,31, 0,43 и -0,43 соответственно), от осадков во вторую и третью фазы развития – средне (0,42, 0,43). Сильное влияние оказывали температурные условия третьей фазы, причем корреляции между ST\_5\_3 числом цветущих растений была отрицательной.

Термические условия третьей фазы определяли и показатель «Недогон». Его зависимость от «качества» температуры была стабильной ( $r = 0,41$ ).

Анализ взаимосвязи урожайных качеств свеклы столовой между собой выявил зависимость между урожайностью товарной продукции и массой корнеплода ( $r = 0,66$ ) с одной стороны, цветущностью и недогоном – с другой ( $r = -0,69$  и  $-0,74$ ), а также выходом товарной продукции и цветущностью и недогоном ( $r = -0,65$ ). Менее ясной оказалась отрицательная связь между массой корнеплода и дегустационной оценкой ( $r = -0,40$ ). Вероятно, она была связана с более нежной мякотью и более высоким содержанием рас-

творимых сахаров, обуславливающих сладкий вкус, в мелких корнеплодах.

Таким образом, по итогам проведенной работы можно сделать следующие выводы.

1. Морковь и свекла в условиях юга Сибири практически не отличаются по периоду вегетации (120 дней).

2. Существует средняя и слабая зависимость урожайных качеств корнеплодов от погодных условий вегетационного периода. Наиболее весомый вклад в формирование урожайности товарной продукции вносят осадки в третью фазу развития. Влияние температуры является средним по силе, но неоднозначным. Выход товарной продукции определяется теплом, полученным во время вегетации, причем в первую фазу зависимость положительная, во вторую и третью – отрицательная.

#### Библиографический список

1. Кружилин А.С. Морфогенез двулетних растений в связи с прохождением стадий развития / А.С. Кружилин, З.М. Шведская, Л.А. Алпатьева // Т. II.

Морфогенез растений. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 138 с.

2. Настольная книга овощевода: справочник / Е.С. Каратаев, Б.Г. Русанов, А.В. Бешанов и др.; сост. Е.С. Каратаев. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1999. – 228 с.

3. Stebiik V. Biologie drahu, variet a florem reprodu Beta L. se zretelem k novodobe socialisticke velkovyrobe / V. Stebiik. – Praha: Academia, 2006. – 334 р.

4. Агроклиматические ресурсы Томской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1998. – 148 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевых опытов / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

*Считаю приятным долгом выразить благодарность доценту Томского госуниверситета В.П. Леонову за ценные консультации и помощь в проведении статистической обработки экспериментальных данных.*



УДК 631.46:631.174:631.95

Ю.С. Ананьева,  
Т.Э. Шпис

## ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СВИНЦОМ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, загрязнение свинцом, ферментативная активность, фитотестирование.

### Введение

В настоящее время агроэкосистемы подвергаются значительным техногенным нагрузкам, способствующим загрязнению почв тяжелыми металлами (ТМ). Основные источники поступления ТМ в незагрязненные почвы: карьеры и шахты при добыче полиметаллических руд; металлургические предприятия; электростанции, сжигающие уголь; автотранспорт; химические средства защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей [1, 2].

По мнению Н.Н. Наплековой, М.Д. Степановой, у сибирских почв относительно слабое загрязнение ТМ, но низкая самоочищающая способность, поэтому необходима разработка методов наиболее ранней диагностики их загрязнения по биохимическим показателям [3].

Для экспресс-диагностики состояния и хозяйственной пригодности почв и ее продуктивности широко используют ряд простых диагностических показателей по реакции проростков семян тест-растений, которые позволяют быстро оценить фитотоксические свойства почвы [4-6]. При этом рекомендовано использовать семена

тех культур, которые возделываются на изучаемых почвах.

С целью изучения параметров ферментативной активности чернозема под воздействием различных уровней загрязнения свинцом и проявления их фитотоксических свойств нами были проведены исследования в условиях лабораторного модельного опыта.

### Объект и методы исследований

Почва (чернозем выщелоченный среднесуглинистый; содержание Pb – 21 мг/кг) для модельных экспериментов была отобрана из пахотного горизонта опытного поля кафедры почвоведения и агрохимии АГАУ (зона умеренно засушливой колючей степи Алтайского края). После внесения в почву различных концентраций свинца (50, 100, 500, 1000 мг/кг почвы) в форме ацетата ее инкубировали в пластиковых контейнерах при температуре 22-24°C и влажности почвы 60% от полной влагоемкости. Повторность опыта трехкратная.

Каталазная активность определялась газометрическим методом, основанном на измерении скорости разложения перекиси водорода при ее взаимодействии с почвой [7]. Активность инвертазы определяли методом А.И. Чундеровой [8], уреазы – по выделению аммиака при распаде мочевины [7]. Определение показателей фер-