Томат. Основы выращивания.

Минеральное питание.

Максим Максимов

ЕвроХим



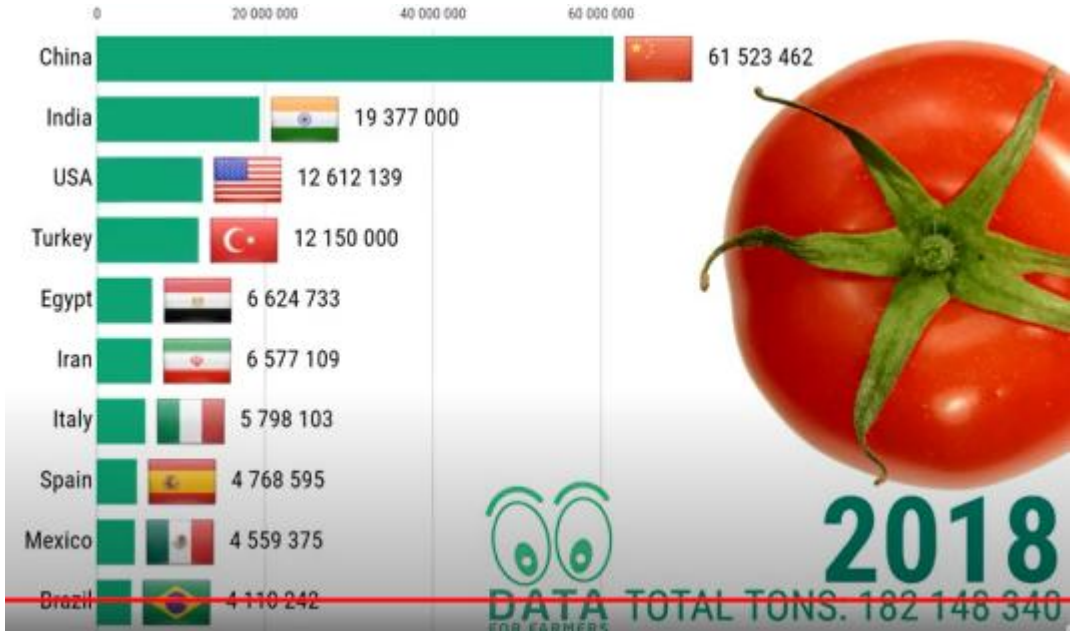
Мировое производство томатов

Согласно данным FAOSTAT 2018г

Входит в Топ-3 выращиваемых овощных «плодовых» культур в Мире
Возделывается на площади 5 млн. га
Мировое производство 180 млн. тонн. Из них до 140 млн.тонн (77%) в Топ-10 стран-производителей

Топ-10 производителей:

1. Китай
2. Индия
3. США
4. Турция
5. Египет
6. Иран
7. Италия
8. Испания
9. Мексика
10. Бразилия



Урожайность томатов

Большая зависимость от ряда условий.

Уровень применяемых технологий

Влияние рыночных условий

Выбор сорта и гибрида

Система возделывания культуры	Урожайность т/га
Средняя урожайность в Мире (данные FAOSTAT, 2018)	36
В открытом грунте, без орошения	30-60
В открытом грунте, капельное орошение/фертигация	60-120
Необогреваемые теплицы (продленный оборот: март-ноябрь)	180-220
Современные теплицы (круглогодичное выращивание)	550-900

Требования культуры. Особенности.

Большая зависимость от климатических условий.

Теплолюбивость. Оптимум температур от 18 до 27 °С.

- Поэтому регионы выращивания в ОГ сосредоточены между 30-й и 40-й параллелями северных и южных широт.

- Пример: 33% коммерческого выращивания в США сосредоточено в Калифорнии, 90% испанских томатов на продажу выращено в Альмерии.

Вода. Уровень потребности и требования к качеству воды

- 6 000 $м^3$/га за год в открытом грунте
- до 10 000 $м^3$/га в неотапливаемых сезонных теплицах,
- до 15 000 - 20 000 $м^3$/га в современных телицах при круглогодичном выращивании

- Оптимальный pH 5,2-5,5. Если pH выше, то подкисление азотной кислотой (для чистоты капельниц и доступности микроэлементов)

- Оптимальный Ec от 0,0 до 0,5 мСм*$см^2$.
- При Ec выше 1,5-1,7 мСм*$см^2$ – очистка обратным осмосом или смешивания с водой хорошего качества (с низким содержанием солей)

Требования культуры. Особенности.

Большая зависимость от качества поливной воды.

Оценка чистой (исходной) воды для полива	Ec Электропроводность, мСм*см^2	TDS Количество растворенных солей, ppm
Отличная вода	0,0 – 0,5	0 - 250
Хорошая вода	0,5 – 1,0	250 - 500
Удовлетворительная вода	1,0 – 1,5	500 - 750
Непригодная вода	Более 1,5-1,7	Более 750-850





Требования культуры. Особенности.

Большая зависимость от почв.

Почва, субстраты.

- Свыше 70% корневой системы в верхнем 20см слое.
- Структурированность. Хорошая дренирующая способность.
- Оптимальный pH почвы от 5,5 до 6,0. При pH > 6,5 микроэлементы менее доступны
- Осторожно с органическими удобрениями!!! (риск избыточных элементов питания, неуправляемость поступления элементов питания к растению из органического удобрения)
- Ec насыщенной почвенной вытяжки менее 2,5 мСм*см^2

Если почва засолена (Ec выше 2,5 мСм*см^2, заметна «солевая кайма» на поверхности:

- Отказаться от сульфатов и хлоридов (KCl, сульфат калия, сульфат магния и т.д.)
- 2 капельных ленты на 1 ряд (посадка в 1 строчку)
- Применение мульчи из полимерной пленки (снижает испарение с поверхности почвы)
- Увеличенное орошение с избыток влаги до 35% от потребления (для промывного режима)
- При избытке натрия внесение фосфогипса от 10 до 50 т/га (для вытеснения Na^+ из ППК)

Требования культуры. Особенности.

Большая зависимость от качества почвы.

Снижение потенциальной урожайности из-за засоленности почвы, %	Ec Насыщенной почвенной вытяжки, мСм*см^2	Минимально необходимый избыток орошения (% дренажа), %
0	< 2,5	7
10	3,5	9
25	5,0	14
50	7,9	20

Источник: Libro Azul, 2002





Фенология культуры. Особенности.

Большая пластичность (гибкость) культуры.

2 типа развития:

- Детерминантные - ограниченный рост. Для открытого грунта.
- Индетерминантные - неограниченный рост. Для теплиц.

Продолжительность жизни

- 90 – 150 дней с момента высадки рассады в ОГ
- 120 – 300 дней в ЗГ

Фенофазы (фазы развития) в открытом грунте, детерминантные томаты

1. Укоренение
2. Вегетативный рост (особенно интенсивно на протяжении 40-45 дней; через 70 дней прекращается)
3. Цветение и завязывания плодов (стартует через 20-40 дней после высадки рассады и идет постоянно)
4. Развитие плодов (после цветения и завязывания и продолжается постоянно)
5. Физиологическая зрелость и уборка (в среднем через 80 дней после пересадки)

В теплицах выращиваются уже индетерминантные томаты, фенофазы те же, но проходят значительно быстрее, вегетативный рост продолжается постоянно, период сборов урожая растянут.

Физиологические нарушения. Особенности.

Актуально для томатов в открытом грунте.

Вершинная гниль, частые причины

- Непоступление кальция в плод по разным причинам (отсутствие кальция, несбалансированное питание, повышенная влажность воздуха или наоборот излишне сухой климат)

Рыхлость, пустотелость или квадратная форма плода, частые причины:

- Высокие или низкие температуры.
- Низкая освещенность.
- Избыточные осадки.
- Гормональный дисбаланс (между ауксинами и цитокининами, вследствие холодный погоды).
- Несбалансированность минерального питания: избыток азота либо недостаток калия

Поверхностное побурение, неравномерность окраски плодов, частые причины:

- Повреждение растворами для опрыскивания
- Неравномерность плодовой нагрузки – менее 20 плодов на растении (неравномерно поступают питательные вещества из листьев в плоды)

Пыльниковые рубцы на плодах.

- Генетические причины

Образование сетки трещин вокруг вершины плода, частые причины:

- Аномальное развитие плодов из-за холодных условий в момент цветения и завязывания плода.

Показатели качества томатов для употребления в свежем виде и переработки

Актуально для томатов в открытом грунте.

Томаты для употребления в свежем виде:

- Хорошая и яркая равномерная окраска (без бурых пятен, зеленых «плечиков» и т.д.)
- Однородная форма
- Хорошая текстура и плотность при укусе (более плотные томаты лучше хранятся и менее подвержены повреждениям)
- Вкус и аромат: высокое содержание сахаров и кислот обеспечивают наилучший результат.
- Чистота и отсутствие физических дефектов.
- Важные характеристики для здоровья (высокое содержание ликопина и витамина С)



Показатели качества томатов для употребления в свежем виде и переработки

Актуально для томатов в открытом грунте.

Томаты для переработки – производства томатной пасты:

- Высокое содержание сухого вещества
- Высокий индекс Brix
- Цвет сока(до и после процесса концентрации)
- Высокое содержание ликопина
- Вязкость (зависит от содержания нерастворимых сухих веществ, которое составляет 50% от всей массы сухих веществ)
- Кислотность (pH)
- Наличие/отсутствие признаков заражения фитопатогенными грибами (индекс Говарда)



Показатели качества томатов для употребления в свежем виде и переработки

Актуально для томатов в открытом грунте.

Томаты для консервирования и нарезанных на дольки/кубики плодов:

- Хорошая окраска плодов
- Отсутствие внешних дефектов (до и после консервирования)
- Цвет сока(до и после процесса концентрации)
- Легкое отделение кожицы от плодов
- Однородность плодов по размеру
- Кислотность (pH)
- Высокие органолептические качества конечного продукта



Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции.

Потребность в калии:

- Калия в пересчете на K_2O большинству культур требуется очень много. Не меньше, чем азота.
- Некоторые культуры (картофель, листовые овощи, пастбищные культуры) потребляют калия в пересчете на K_2O в 2-3 раза больше, чем азота!

Как потребляется калий:

- Только как ион: K^+ (положительно-заряженная частица)
- В основном из почвы через ионные каналы в корень
- Легко перераспределяется по растению по ксилеме и флоэме



Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции.

Калий. Основы питания растений

Функции калия:

- В отличие от N или P, K не входит в состав структурных органических соединений.
- Калий содержится в растворе растительной клетки, активируя и регулируя многие процессы:
  - Регулирование воды в растении (осморегуляция): контролирует как поглощение воды корнями, так и ее потерю листьями.
  - Открытие и закрытие устьиц (клеток листа) - улучшение фотосинтеза
  - Запускает активацию важных ферментов (например, АТФаза: снабжение энергией)
  - Необходим для синтеза белка и крахмала

Симптомы дефицита:

- Увядание листьев
- Хлороз: желтые листья + деформация
- Замедление роста: плохо развитые корни, стебель и листья
- Плохая устойчивость к экологическому стрессу (засуха, вредители, болезни,…)



Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции. .

Калий. Основы питания растений

Преимущества:

- Повышение эффективности водопользования (снижение стресса от засухи)
- Повышенная фотосинтетическая способность
- Запускает синтез белков и углеводов, как основу для роста и урожая
- Повышает качество урожая (например, более высокое содержание белка и витаминов, более длительный срок хранения и т. д.)
- Повышенная устойчивость к болезням и вредителям



Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции. .

Калий. Применительно к томатам.



Преимущества отличной обеспеченности калием для растений томата:

- Стимулируется синтез белков.
- Повышается эффективность фотосинтеза (усиливает ассимиляцию CO_2, повышает содержание сахаров).
- Интенсифицируется перенос (из листьев в плоды) и запасание (в плодах) ассимилятов.
- Удлиняется и интенсифицирует процесс ассимиляции (более высокое качество плодов).
- Повышается эффективность водопотребления растениями (меньше воды требуется на получение 1 кг помидоров)
- Регулируется открывание и закрывание устьиц (улучшается газообмен и терморегуляция растений).
- Обеспечивает синтез ликопина (пигмент, придающий красную окраску плодам и имеющий важное значение в здоровье людей (профилактика раковых заболеваний)

Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции. .

Калий. Применительно к томатам.

Преимущества отличной обеспеченности калием томатов для нас:

- Улучшается форма плодов (Winsor and Long, 1968).
- Снижается частота появления нарушения процессов созревания (Bewley and Wite, 1926; Adams et. al., 1976).
- Снижается процент полых плодов (Winsor, 1966).
- Повышается плотность плодов (Shafshak and Winsor, 1964)
- Улучшается вкус томатов, благодаря повышению кислотности (Davis and Winsor, 1967)



Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции

Калий.

Томаты для консервирования и нарезанных на дольки/кубики плодов:

- Хорошая окраска плодов
- Отсутствие внешних дефектов (до и после консервирования)
- Цвет сока(до и после процесса концентрации)
- Легкое отделение кожицы от плодов
- Однородность плодов по размеру
- Кислотность (pH)
- Высокие органолептические качества конечного продукта

Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Функции калия:

- В отличие от N или P, K не входит в состав структурных органических соединений.
- Калий содержится в растворе растительной клетки, активируя и регулируя многие процессы:
  - Регулирование воды в растении (осморегуляция): контролирует как поглощение воды корнями, так и ее потерю листьями.
  - Открытие и закрытие устьиц (клеток листа) - улучшение фотосинтеза
  - Запускает активацию важных ферментов (например, АТФаза: снабжение энергией)
  - Необходим для синтеза белка и крахмала

Симтомы дефицита:

- Увядание листьев
- Хлороз: желтые листья + деформация
- Замедление роста: плохо развитые корни, стебель и листья
- Плохая устойчивость к экологическому стрессу (засуха, вредители, болезни,…)



Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Преимущества:

- Повышение эффективности водопользования (снижение стресса от засухи)
- Повышенная фотосинтетическая способность
- Запускает синтез белков и углеводов, как основу для роста и урожая
- Повышает качество урожая (например, более высокое содержание белка и витаминов, более длительный срок хранения и т. д.)
- Повышенная устойчивость к болезням и вредителям



Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Вопросы исследования и основные результаты

1. Повышает ли К-удобрение урожай томатов?
2. Как повышенное содержание калия влияет на урожайность?
3. Может ли достаточное количество калия компенсировать отрицательный эффект урожайности в засушливых условиях?

Используйте К-удобрения в достаточном количестве, чтобы обеспечить оптимальное К-питание:

- Биомасса растений и плодов сильно увеличивается:
- Индекс урожая значительно улучшается
- Негативное влияние засушливых условий можно в значительной степени компенсировать.





Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

К-дефицит при разных схемах орошения



Цель исследования:
Продемонстрировать эффект увеличения количества калиевых удобрений при оптимальном и ограниченном водоснабжении томатов.

Культура	Томат. Теплица.		Год	2020
Место	N = 1 (ES; Университет Валенсии)		Уровни внесения	K 0%, K 50%, K 100%
Варианты опыта	**K 0%**	**K 50%**	**K 100%**	**Единицы измерения**
A: Основное: до посадки B: 14 дней после A C: 28 дней после A D: 42 дня после A	- - - -	0,75 (SOP 52% K_2O) 0,25 (SOP 52% K_2O) 0,25 (SOP 52% K_2O) 0,25 (SOP 52% K_2O)	1,5 (SOP 52% K_2O) 0,5 (SOP 52% K_2O) 0,5 (SOP 52% K_2O) 0,5 (SOP 52% K_2O)	кг K_2O/горшок кг K_2O/горшок кг K_2O/горшок кг K_2O/горшок
Метод внесения:	Базовое удобрение, внесенное в почву; другие – поверхностное внесение (на поверхность почвы)		Климат:	Средиземноморский
Свойства почвы	Субстрат с низким содержанием питательных веществ		Выходные переменные	Вес в свежем виде (растение + плод)
Схема опыта	16 горшков на каждый вариант опыта - теплица		Ведущий опыта + номер протокола.	Agri 2000 (K-демо-версия)
Общие комментарии	2 различных схемы полива: оптимальная (100%-ное водоснабжение) + сухое (50% -ное водоснабжение).			

Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Субстрат - содержание питательных веществ

Resultados:

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UDS	RESULT. meq/L	RESULT. mmol/L	METODO DE ENSAYO
Conductividad a 25 °C 1:1.5 v/v	1.11	mS/cm			UNE-EN 13038
pH 1:1.5 v/v en agua	6.72	Unidad pH			UNE-EN 13037
EXTRACTO 1:1.5 v/v :					
Cloruros	36.3	mg/L	1.02	1.02	Cromatografía Iónica
Nitratos	404.9	mg/L	6.53	6.53	Cromatografía Iónica
Ortofosfatos	<10,0	mg/L	0.02	0.02	Cromatografía Iónica
Sulfatos	26.0	mg/L	0.54	0.27	Cromatografía Iónica
Bicarbonatos	164	mg/L	2.69	2.69	Titriometría
Carbonatos	0	mg/L	0.00	0.00	Titriometría
Amonio	7.06	mg/L	0.39	0.39	UV-VIS
Calcio	154.1	mg/L	7.69	3.84	EAA con llama
Magnesio	18.0	mg/L	1.48	0.74	EAA con llama
Sodio	36.6	mg/L	1.59	1.59	EAA con llama
Potasio	5.2	mg/L	0.13	0.13	EAA con llama
Contenido Total Sales	853.91	mg/L			

- Низкая концентрация калия
- Достаточное количество других питательных веществ, при необходимости внесение дополнительных удобрений

Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Общий вид опыта









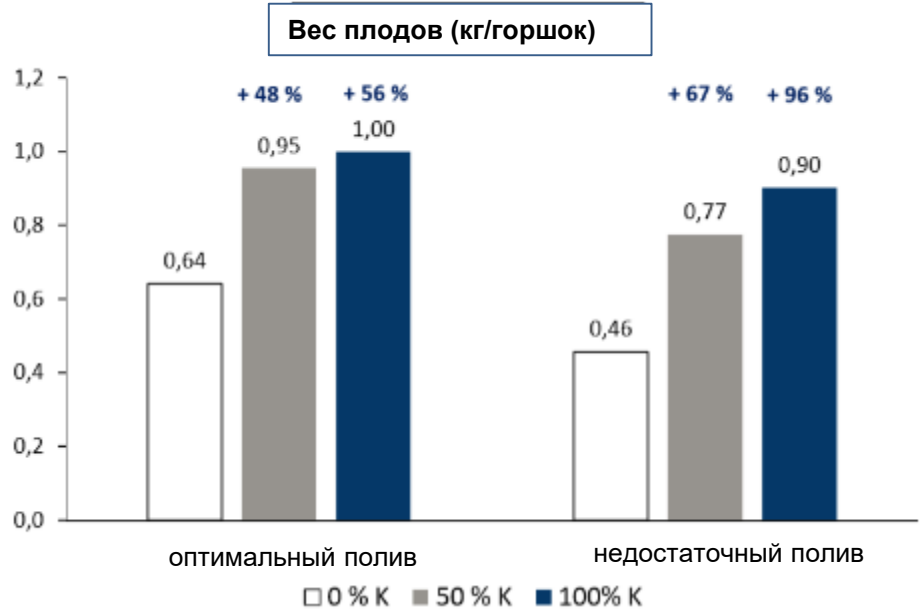


Томат

К-дефицит при разных схемах орошения

Культура:	**Томат**	Почва:	**С низким содержанием калия**
Место проведения:	**N=1 Институт Валенсии**	Климат:	**Средиземноморский**
Год	**2020**	Методика:	**В основное + по поверхности. Полив капельное орошение**





Эффект повышенного внесения калиевых удобрений при оптимальном и ограниченном водоснабжении томатов

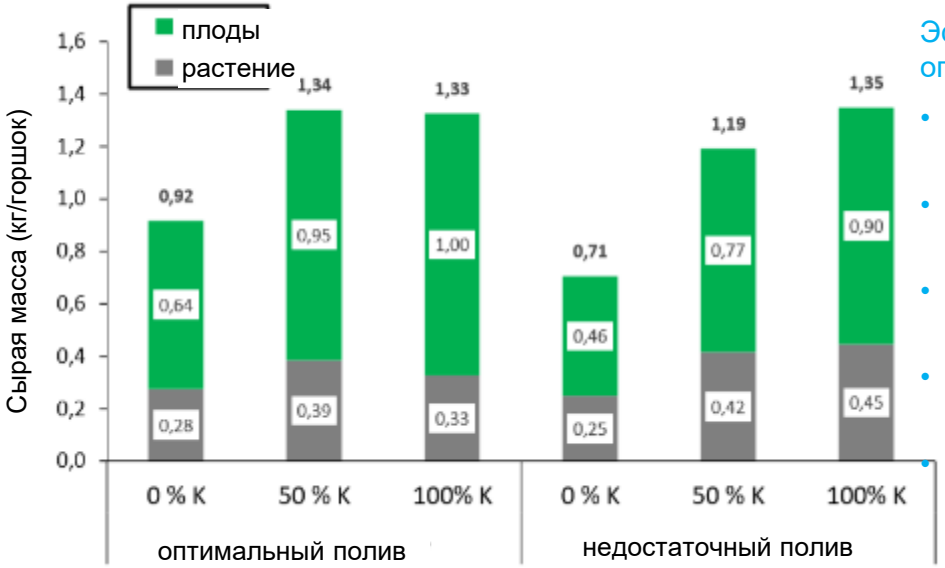
- **Оптимальная подача воды приводит к более высокому урожаю плодов**
- **Повышенное K-питание значительно увеличивает урожайность фруктов (от 50% до 96%)**
- **Положительный эффект от удобрения калия еще сильнее в засушливых условиях**
- **В условиях низкой доступности воды оптимальная обеспечение калием удваивает урожайность томатов**
- **В засушливых условиях высокое содержание калия обеспечивает высокий урожай**
- **Снижение урожайности при низком орошении по сравнению с оптимальным орошением почти полностью компенсируется высоким содержанием удобрений**

Томат

К-дефицит при разных схемах орошения



Культура:	**Томат**	Почва:	**С низким содержанием калия**
Место проведения:	**N=1 Институт Валенсии**	Климат:	**Средиземноморский**
Год	**2020**	Методика:	**В основное + по поверхности. Полив капельное орошение**



Эффект повышенного внесения калиевых удобрений при оптимальном и ограниченном водоснабжении томатов

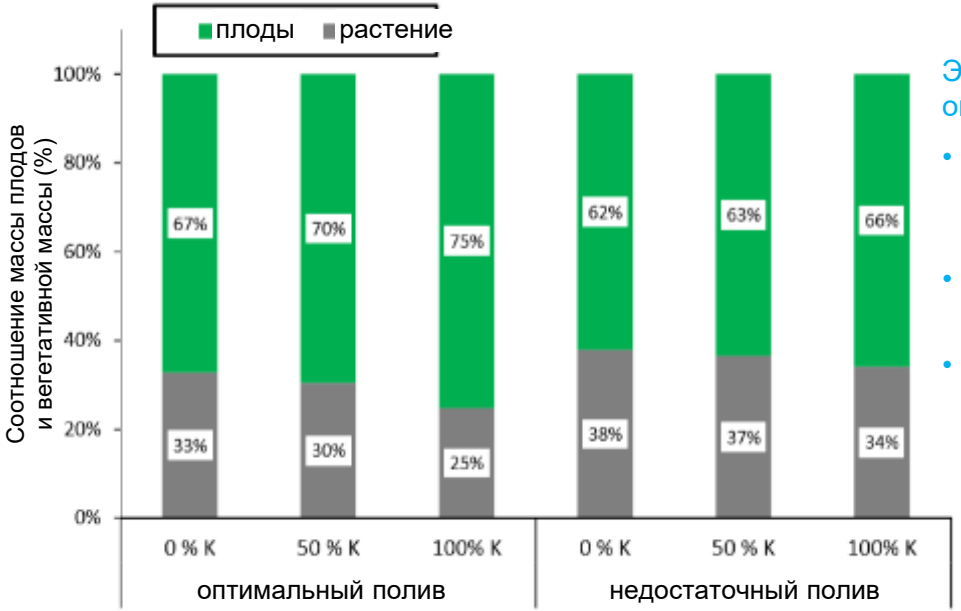
- **Оптимальная подача воды приводит к увеличению общего урожая**
- **В засушливых условиях доля плодов в общей сырой массе ниже**
- **Умеренное удобрение калием (K50%) по сравнению с отсутствием калия резко увеличивает вес растений и плодов**
- **Оптимальное K-питание (K100%) по сравнению с K50% только увеличивает вес плодов, вес растений остается стабильным**
- **Оптимальное удобрение калием (K100%) приводит к увеличению общей биомассы и полностью компенсирует урожай в засушливых условиях**
- **Высокое удобрение калийными удобрениями обеспечивает урожай, особенно в засушливых условиях**

Томат

К-дефицит при разных схемах орошения



Культура:	**Томат**	Почва:	**С низким содержанием калия**
Место проведения:	**N=1 Институт Валенсии**	Климат:	**Средиземноморский**
Год	**2020**	Методика:	**В основное + по поверхности. Полив капельное орошение**



Эффект повышенного внесения калиевых удобрений при оптимальном и ограниченном водоснабжении томатов

- **Оптимальная подача воды приводит к увеличению доли плодов (70%) по сравнению с 63% при сокращении подачи воды**
- **Оптимальное K-питание (K100%) сильно увеличивает долю плодов**
- **Индекс урожая (соотношение плодов) увеличен до 8% - баллов**

Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Основные итоги испытаний



Оптимальное K-питание увеличивает биомассу растений и фруктов, а также увеличивает урожай томатов

- Высокое K-удобрение значительно увеличивает биомассу фруктов и растений:
  - Урожайность фруктов может быть увеличена вдвое по сравнению с отсутствием подачи калия (в засушливых условиях)
- Оптимальная подача калия может почти полностью компенсировать потерю урожая в засушливых условиях (по сравнению с оптимальной подачей воды)
- K-удобрение увеличивает не только урожайность плодов, но и соотношение плодов к остаточным вегетативным частям растения
  - Индекс урожая увеличен до 8% -пунктов.





Дефицит калия на томатах – демоиспытания 2020, Испания.

Рекомендации, основанные на данном испытании томатов

Используйте K-удобрения в достаточном количестве, чтобы обеспечить оптимальное K-питание:

- Биомасса растений и фруктов сильно увеличивается
- Индекс урожая значительно улучшается
- Негативное влияние засушливых условий можно в значительной степени компенсировать.



Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции.

Кальций. Основы питания растений

Некоторые факты:

- Активно участвует в формировании клеточных стенок и строении растения: 90% кальция локализуется в клеточных стенках.

Оказывает влияние на:

- Плотность томатов.
- Урожайность.
- Замедляет старение растения = дольше жизнь листа и больше фотосинтез.
- Целостность мембран.
- Защитный механизм растения.
- Качество (отсутствие дефектов роста и развития, в частности - вершинной гнили)

Особенность:

- Передвигается только снизу - вверх







Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции.

Распределение питательных элементов и сухого вещества по растению томата.

Питательный элемент и сухое вещество	Листья %	Стебель %	Боковые побеги %	Все вегетативные органы %	Плоды %	Итого %
N	23	8	8	39	61	**100**
P	20	15	5	40	60	**100**
K	19	11	5	34	66	**100**
Ca	76	15	4	95	5	**100**
Mg	50	15	5	70	30	**100**
S	72	8	4	83	17	**100**
Сухое в-во	20	14	4	38	62	**100**

Источник: Voogt, 1993

Роль питательных элементов с особым акцентом на калии и кальции.

Основные трудности при выращивании томатов из-за дефицита калия и кальция.

	Основные трудности при выращивании томатов	K	Ca
Продуктивность растения	Низкая урожайность	*	*
	Неоднородность по размеру, недружное созревание	*	
	Ограниченное завязывание плодов	*	
	Нет увеличения в объеме – мелкие плоды	*	
Наружное качество	Слабая окраска плодов	*	
	Мягкие (неплотные) плоды	*	*
	Ограниченный срок хранения	*	*
Внутреннее качество (вкус)	Низкий Brix (содержание растворимых сахаров)	*	*
	Недостаточная кислотность	*	
Болезни и дефекты	Вершинная гниль плодов		*
	Растрескивание плодов	*	*
	Солнечный ожог	*	*
Толерантность/ Устойчивость	Нестабильный водный режим	*	*
	Болезни	*	*
	Засоленность	*	*

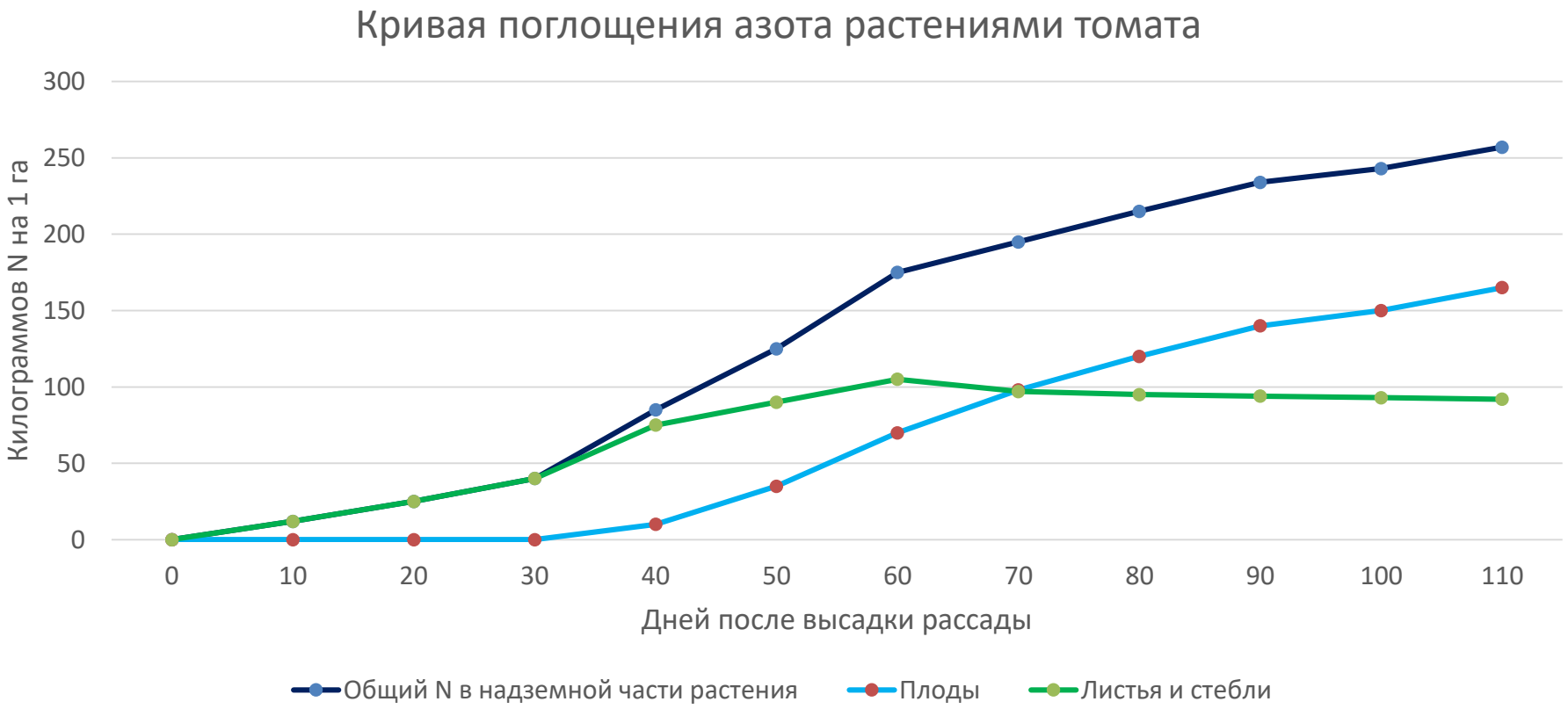
Краткое обобщение основных функций всех питательных элементов.

Основные функции всех питательных элементов

Элемент	Символ	Основные функции
Азот	N	Синтез хлорофилла и белков (рост и урожайность)
Фосфор	P	Деление клеток, перенос энергии
Калий	K	Транспорт сахаров. Регуляция водного режима
Кальций	Ca	Лежкость плодов, устойчивость к болезням
Сера	S	Синтез незаменимых аминокислот: цистеина и метионина
Магний	Mg	Центральная часть молекулы хлорофилла.
Железо	Fe	Синтез хлорофилла.
Марганец	Mn	Необходим для фотосинтеза
Бор	B	Структурный компонент клеточной стенки, синтез пектина и лигнина. Обмен и транспорт сахаров. Цветение, завязывание плодов и развитие семян (прорастание пыльцы, рост пыльцевых трубок).
Цинк	Zn	Рост и развитие на ранних стадиях (синтез ауксина).
Медь	Cu	Углеводный и азотный обмен. Активатор ферментов синтеза лигнина и меланина.
Молибден		Азотный обмен (компонент фермента нитратредуктаза)

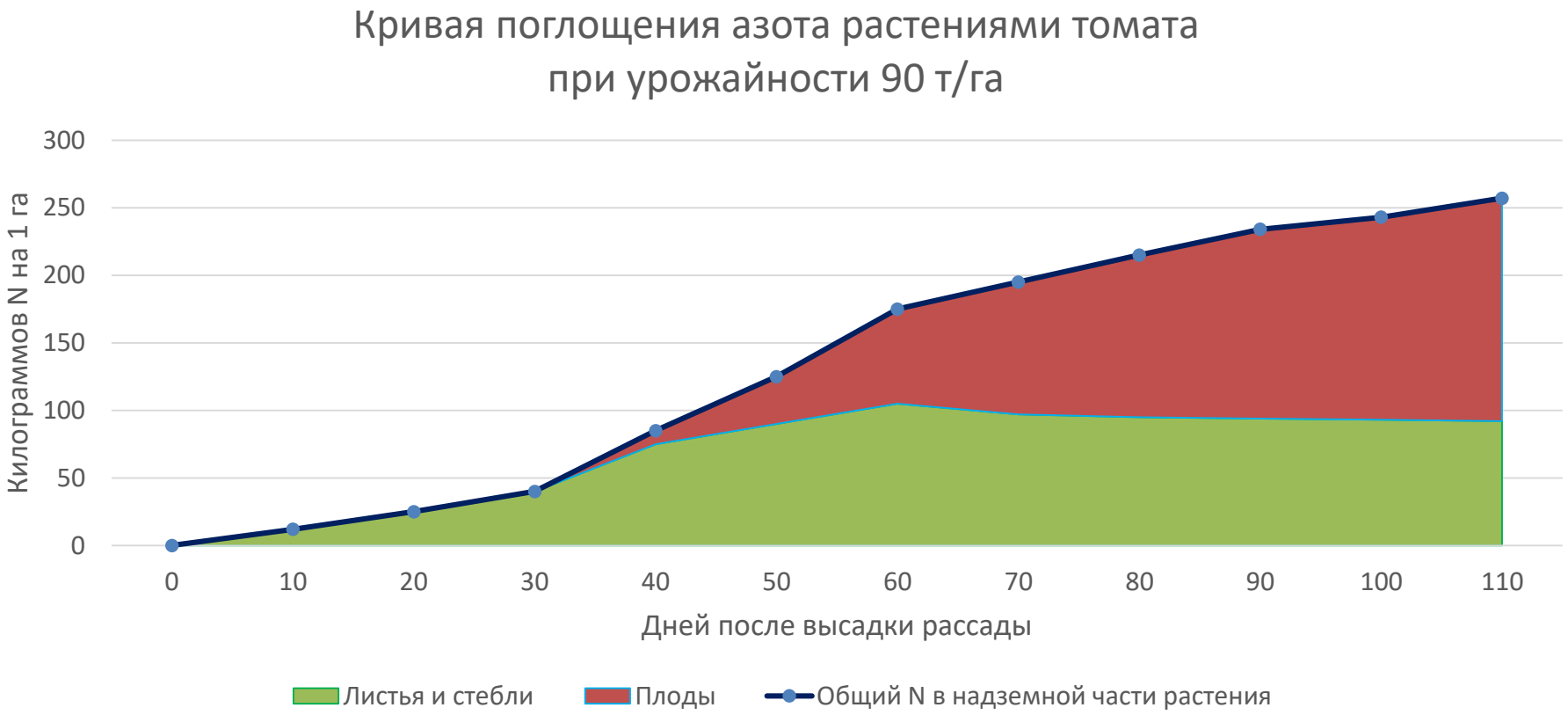
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Азот:



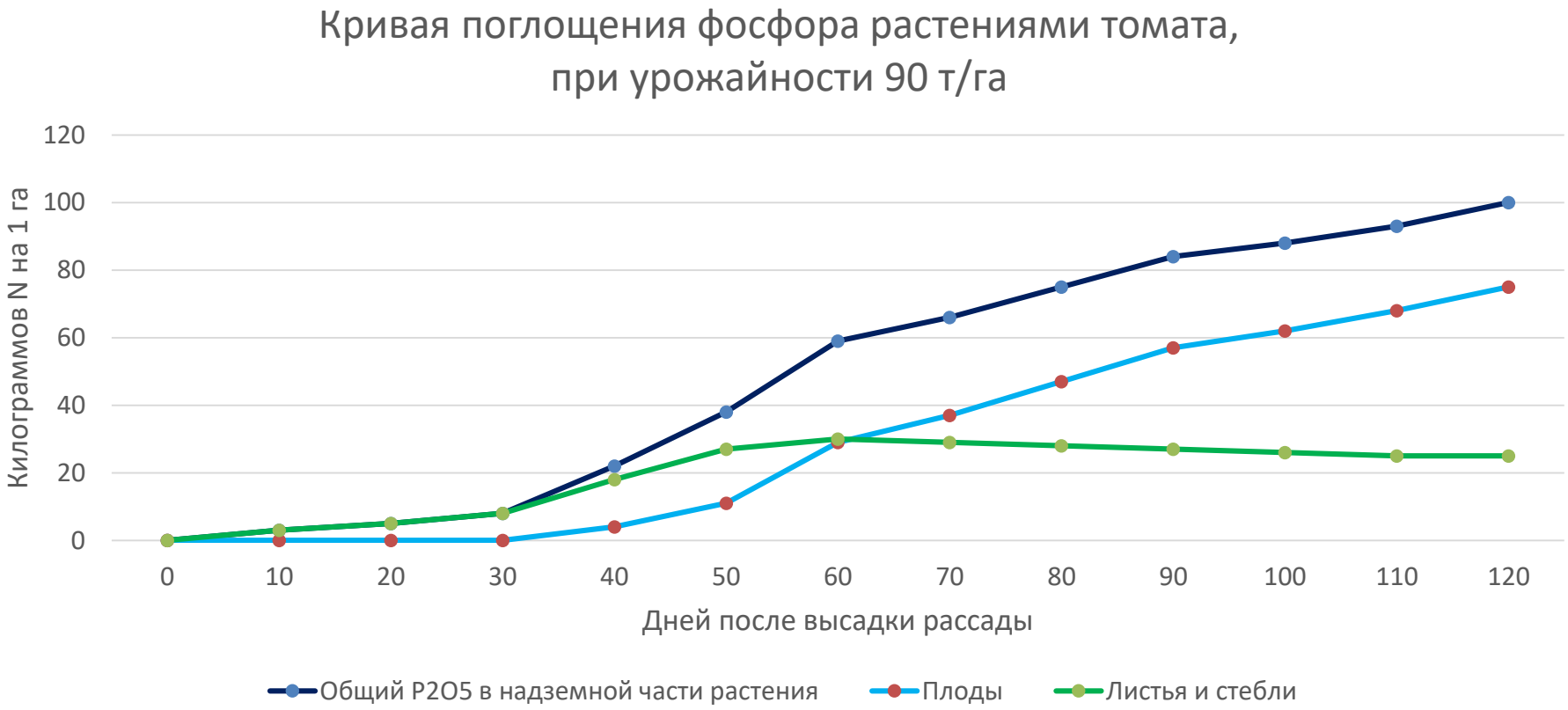
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Азот:



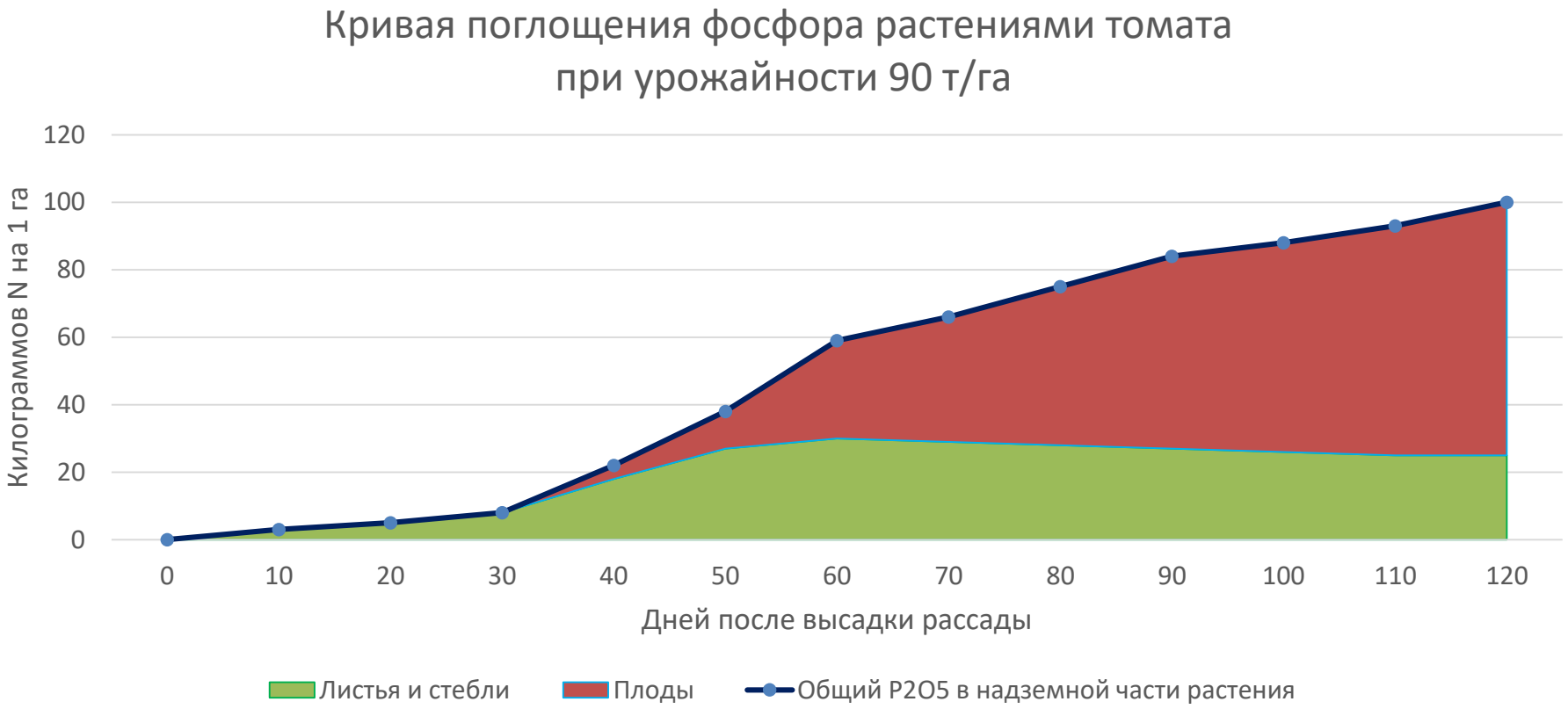
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Фосфор:



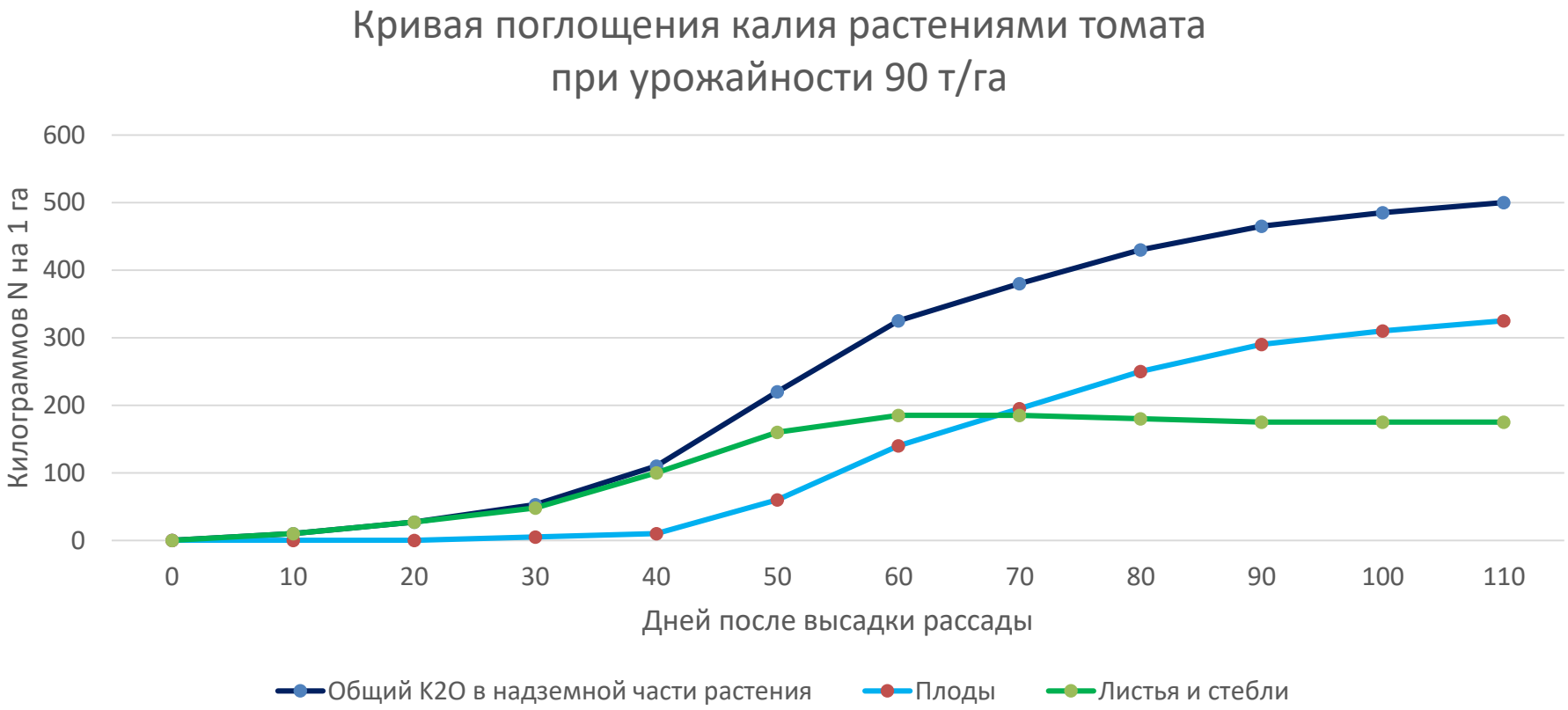
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Калий:



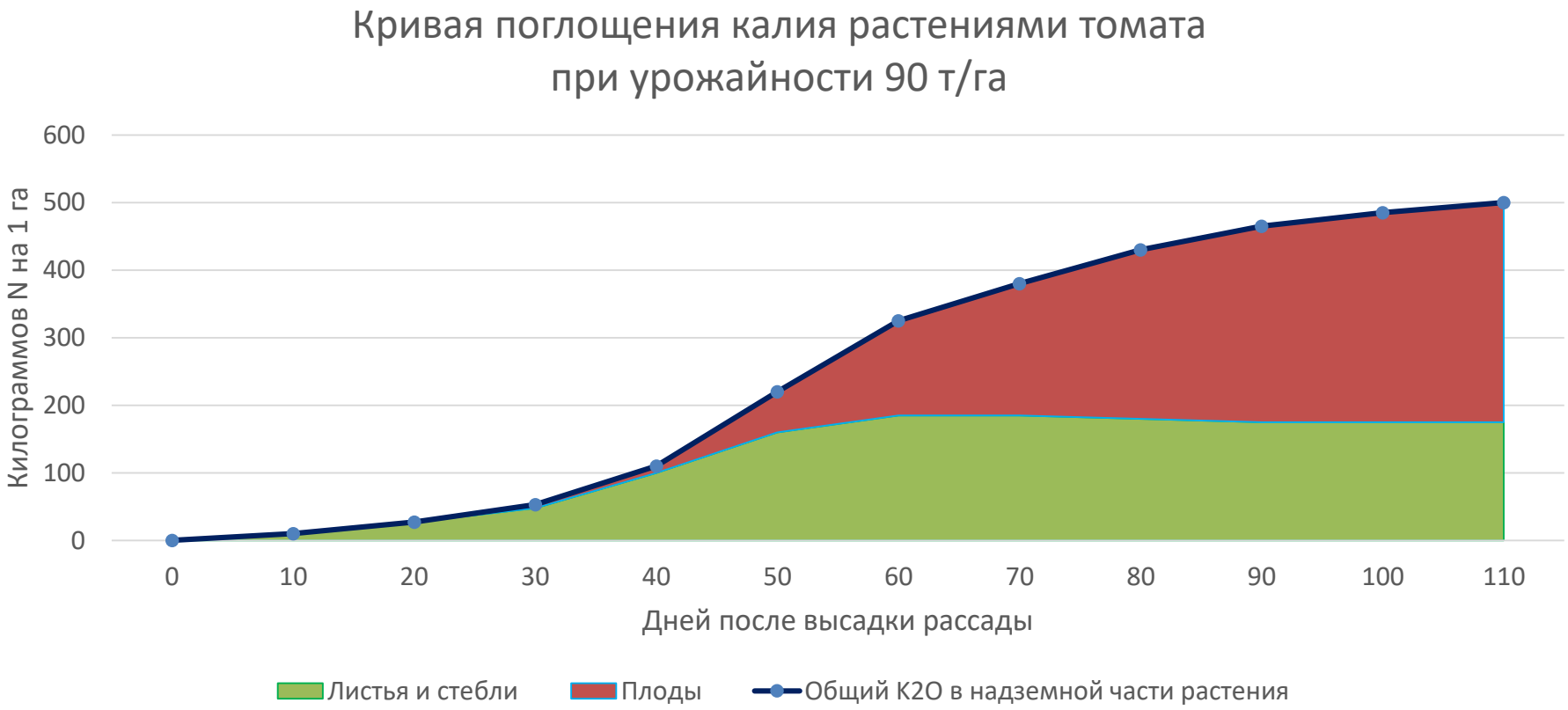
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Калий:



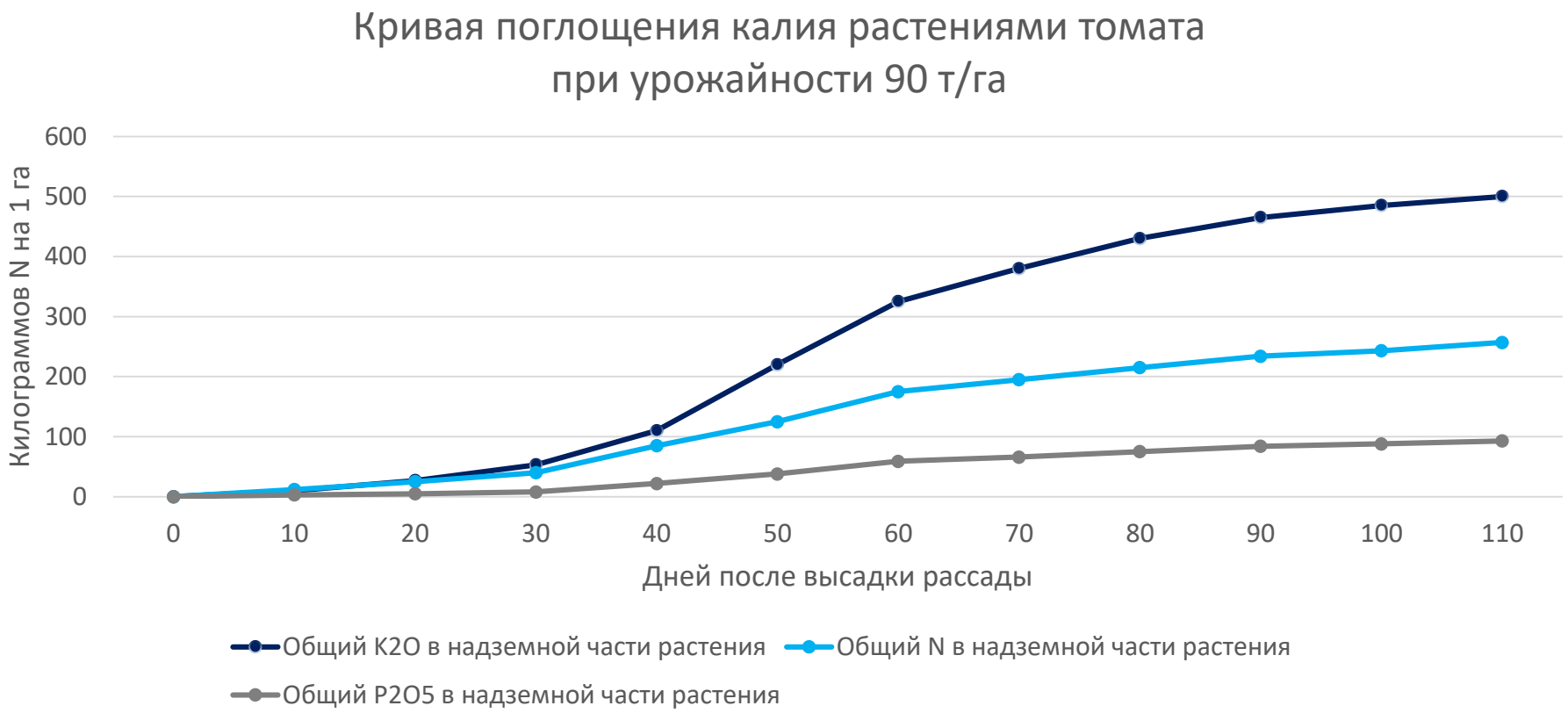
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Калий:



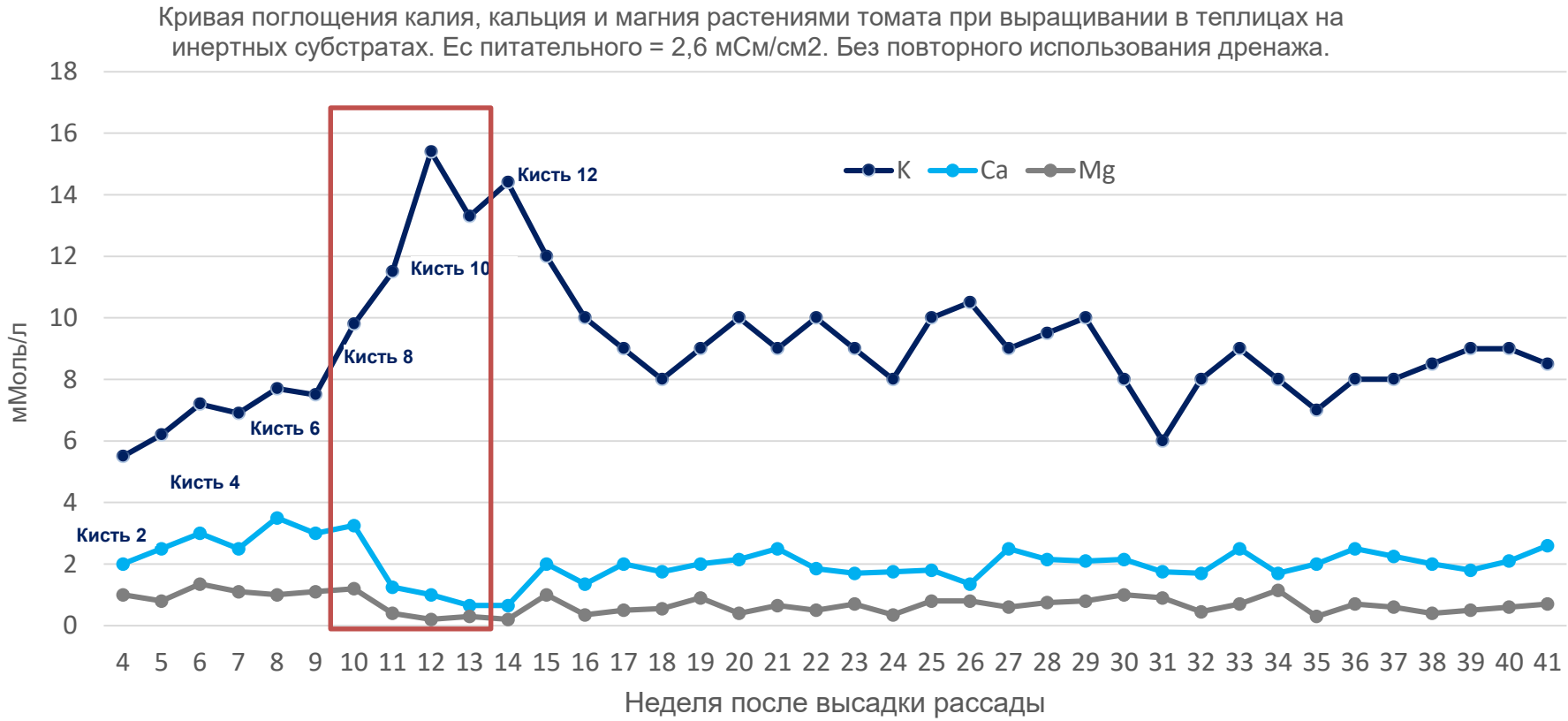
Общие нормы, облегчающие организацию питания растений.

Кривые поглощения элементов при выращивании томата в открытом грунте. Калий, Азот и Фосфор:



Питание растений томата при выращивании в теплицах.

Кривые поглощения калия (K), кальция (Ca) и магния (Mg):



Источник: Voogt and Sonneveld, 1998

Питание растений томата при выращивании в теплицах.

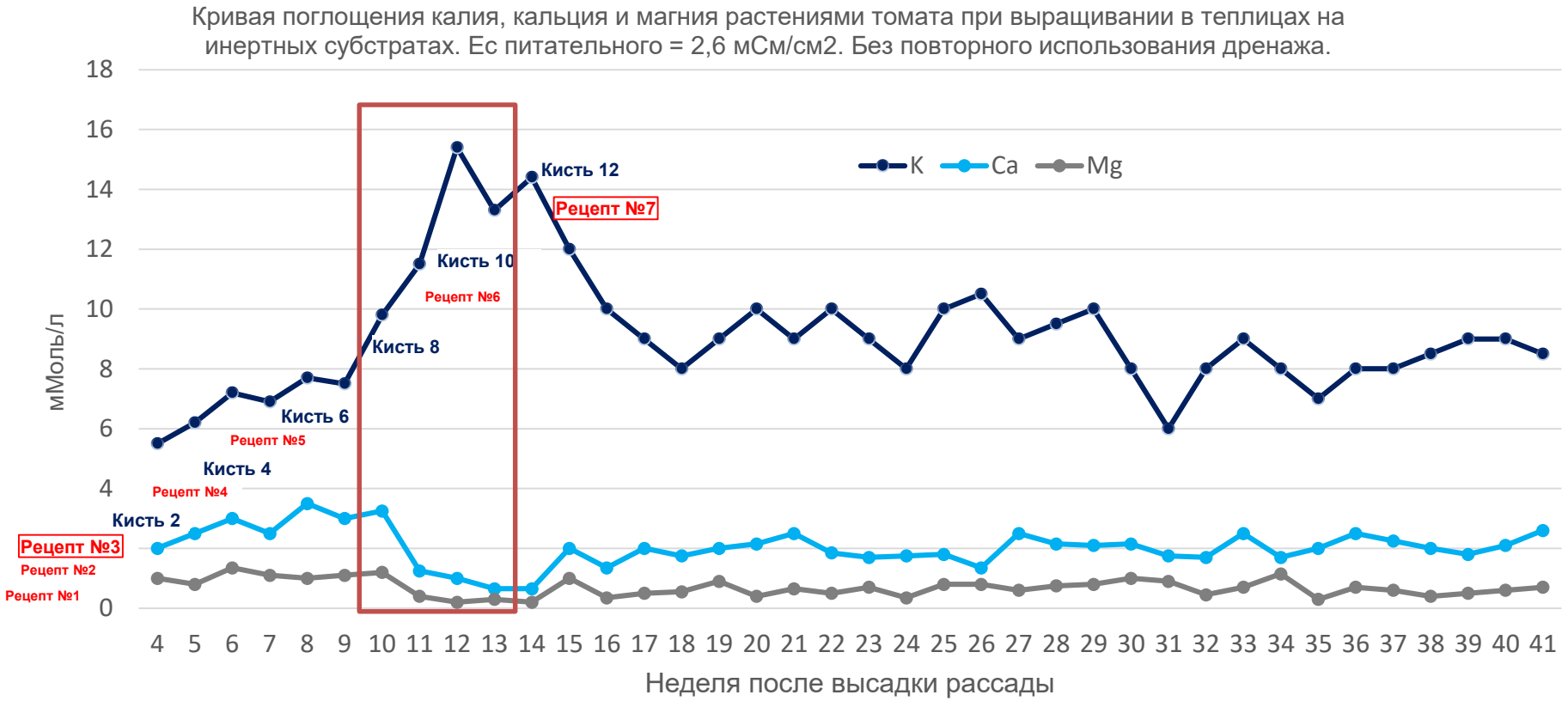
Рекомендуемые уровни элементов питания по фазам развития томата

	H^+	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$N\text{-}NO_3^-$	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
1. Напитка матов		0,0	0,0	5,7	6,9	3,4	16	1,0	4,7	0,0	40	15	10	5	0,75	0,5
2. От посадки до цветения 1-й кисти		1,2	-//-	8,5	5,9	2,9	17	1,5	4,4	-//-	30	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
3. С момента цветения 1-го цветка 1-й кисти		-//-	-//-	9,5	5,4	2,4	16	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
4. С момента цветения 1-го цветка 3-й кисти		-//-	-//-	10,0	5,28	2,28	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
5. С момента цветения 1-го цветка 5-й кисти		-//-	-//-	11,3	4,78	2,15	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
6. С момента цветения 1-го цветка 10-й кисти		-//-	-//-	10,0	5,28	2,28	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
7. С момента цветения 1-го цветка 12-й кисти		-//-	-//-	9,5	5,40	2,40	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
Самый массовый рецепт (№3 и №7)	-	**1,2** 17	**0,0** 0	**9,5** 370	**5,40** 216	**2,40** 58	**16** 224	**1,5** 47	**4,4** 140	**0,0** 0	**30** 0,32	**15** 0,84	**10** 0,55	**5** 0,33	**0,75** 0,05	**0,5** 0,05

Источник: Voogt and Sonneveld, 1999

Питание растений томата при выращивании в теплицах.

Кривые поглощения калия (K), кальция (Ca) и магния (Mg):



Источник: Voogt and Sonneveld, 1998

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Применение комплексных удобрений

Пример рецепта для томата, с учетом содержания в воде кальция, магния и бикарбонатов:

	H^+	$N\text{-}NH_4^+$	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$N\text{-}NO_3^-$	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
Aqualis Special 3:11:38	0,72	-	8,1	-	1,0	1,75	1,55	3,76	-	23	12,5	9,1	3,8	1,6	0,4
Вода+HNO_3+$Ca(NO_3)_2$	(-0,72)	0,13	-	6	1,0	12,41	-	0,5	-	8	-	-	-	-	-
Итоговый рецепт		**0,13**	**8,1**	**6**	**2,0**	**14,16**	**1,55**	**4,26**	**-**	**31**	**12,5**	**9,1**	**3,8**	**1,6**	**0,4**

Можно корректировать, добавляя:

1. Нитрат калия



Бак А

Кальциевая селитра
67кг на 1000л



Бак В

Aqualis Special 3:11:38 + 4 MgO + МЭ 100кг на 1000л



Можно корректировать, добавляя:

1. Фосфорная кислота

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Применение комплексных удобрений

Пример рецепта для томата, с учетом содержания в воде кальция, магния и бикарбонатов:

	$N\text{-}NH_4^+$	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$N\text{-}NO_3^-$	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
Aqualis Final 6:14:35	1,1	7,44	-	0,5	3,3	1,97	2,135	-	19	12,5	9,1	1,5	0,8	0,4
Вода+HNO_3+$Ca(NO_3)_2$	0,1	-	6	1,0	13,2	-	0,5	-	8	-	-	-	-	
KNO_3		2,5			2,5									
Итоговый рецепт	**1,2**	**10**	**6**	**1,5**	**19**	**1,97**	**2,64**	**-**	**27**	**12,5**	**9,1**	**1,5**	**0,8**	**0,4**

Можно корректировать, добавляя:

1. Нитрат калия



Бак А

1. Кальциевая селитра 17:0:0:33 - 67кг на 1000л
2. NOP 13:0:46 (нитрат калия) - 25кг на 1000л





Бак В

Aqualis Final 6:14:35 + 2 MgO + МЭ - 100кг на 1000л



Можно корректировать, добавляя:

1. Фосфорная кислота

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Применение комплексных удобрений

Пример рецепта для томата, с учетом содержания в воде кальция, магния и бикарбонатов:

	$N\text{-}NH_4^+$	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$N\text{-}NO_3^-$	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
Aqualis Final 12:8:31	2,12	6,7	-	0,38	6,7	1,12	0,88	-	19	12,5	9,1	1,5	0,8	0,4
Вода+HNO_3+$Ca(NO_3)_2$	0,1	-	6	1,0	13,2	-	0,5	-	8	-	-	-	-	
Монокалийфосфат		0,3				0,3								
Итоговый рецепт	**2,22**	**7,0**	**6**	**1,38**	**19,9**	**1,42**	**1,38**	**-**	**27**	**12,5**	**9,1**	**1,5**	**0,8**	**0,4**

Можно корректировать, добавляя:

1. Нитрат калия



Бак А

Кальциевая селитра 17:0:0:33 - 67кг на 1000л



Бак В

1. Aqualis Final 12:8:31 + 2 MgO + МЭ – 100кг на 1000л
2. MKP 0:52:34 – 4 кг на 1000л





Можно корректировать, добавляя:

1. Фосфорная кислота

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Применение комплексных удобрений

Справочные данные по комплексным удобрениям ЕвроХим, для расчета рецептов при совместном использовании комплексных удобрений и монопродуктов:



Aqualis Special 3:11:38	H^+	N-NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N-NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
10 кг на 1000 л (20 кг на 2000 л)	0,072	-	0,81	-	0,10	0,175	0,155	0,376	-	2,3	1,25	0,91	0,38	0,16	0,04
20 кг на 1000 л (40 кг на 2000 л)	0,14	-	1,62	-	0,2	0,35	0,31	0,75	-	4,6	2,5	1,82	0,76	0,32	0,08
30 кг на 1000 л (60 кг на 2000 л)	0,21	-	2,43	-	0,3	0,52	0,46	1,12	-	6,9	3,75	2,73	1,14	0,48	0,12
40 кг на 1000 л (80 кг на 2000 л)	0,28	-	3,24	-	0,4	0,7	0,62	1,5	-	9,2	5	3,64	1,52	0,64	0,16
50 кг на 1000 л (100 кг на 2000 л)	**0,36**	**-**	**4,05**	**-**	**0,5**	**0,87**	**0,775**	**1,88**	**-**	**11,5**	**6,25**	**4,55**	**1,9**	**0,8**	**0,2**

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Применение комплексных удобрений

Справочные данные по комплексным удобрениям ЕвроХим, для расчета рецептов при совместном использовании комплексных удобрений и монопродуктов:



Aqualis Special 3:11:38	H^+	N-NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N-NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
60 кг на 1000 л (120 кг на 2000 л)	0,432	-	4,86	-	0,6	1,05	0,93	2,256	-	13,8	7,5	5,46	2,28	0,96	0,24
70 кг на 1000 л (140 кг на 2000 л)	0,5	-	5,67	-	0,7	1,22	1,085	2,63	-	16,1	8,75	6,37	2,66	1,12	0,28
80 кг на 1000 л (160 кг на 2000 л)	0,57	-	6,48	-	0,8	1,39	1,235	3	-	18,4	10	7,28	3,04	1,28	0,32
90 кг на 1000 л (180 кг на 2000 л)	0,64	-	7,29	-	0,9	1,57	1,40	3,38	-	20,4	11,3	8,19	3,42	1,44	0,36
100 кг на 1000 л (200 кг на 2000 л)	**0,72**	**-**	**8,1**	**-**	**1,0**	**1,75**	**1,55**	**3,76**	**-**	**23**	**12,5**	**9,1**	**3,8**	**1,6**	**0,4**

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Применение комплексных удобрений

Справочные данные по комплексным удобрениям ЕвроХим, для расчета рецептов при совместном использовании комплексных удобрений и монопродуктов:

Aqualis Special 3:11:38 Число мешков по 25кг на 2000л бак «В»	H^+	K^+	Mg^{2+}	$N\text{-}NO_3^-$	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
 25 кг на 1000 л (50 кг на 2000 л)	0,18	2,03	0,25	0,43	0,39	0,94	5,8	3,1	2,28	0,95	0,4	0,1
 37,5 кг на 1000 л (75 кг на 2000 л)	0,27	3,04	0,38	0,66	0,58	1,41	8,6	4,7	3,4	1,43	0,6	0,15
 50 кг на 1000 л (100 кг на 2000 л)	0,36	4,05	0,5	0,87	0,775	1,88	11,5	6,25	4,55	1,9	0,8	0,2
 62,5 кг на 1000 л (125 кг на 2000 л)	0,45	5,06	0,63	1,09	1,00	2,35	14,4	7,8	5,7	2,38	1	0,25
 **75 кг на 1000 л (150 кг на 2000 л)**	**0,54**	**6,08**	**0,75**	**1,31**	**1,16**	**2,82**	**17,3**	**9,3**	**6,8**	**2,9**	**1,2**	**0,3**

Самый распространенный вариант:

«средняя вода»:

Ca - 2,0 M
Кальций – 2,0 мМоль (80,2 мг/л)

HCO_3^- - 5,5 M
Гидрокарбонат – 5,5 мМоль (335 мг/л)

Mg - 1,0 M
Магний – 1,0 мМоль (24 мг/л)

S - 0,5 .
Сера – 0,5 мМоль или 16 мг/л (40мг/л сульфат-иона)

Na <0,5 M
Натрий – 0,5 мМоль (до 12 мг/л)

Cl – <0,1 M .
Хлорид-ион – 0,1 мМоль или 3,5 мг/л

Ec = 0,75 mCm
TDS = 325 ppm

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Совместное применение простых удобрений (монопродуктов) и комплексных на примере 3:11:38

Пример рецепта для томата, с учетом содержания в воде кальция, магния и бикарбонатов:

	H^+	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$N\text{-}NO_3^-$	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
Aqualis Special 3:11:38 50 кг/1000л (100кг на 2000л)	0,36			4,05		0,5	0,87	0,775	1,88		11,5	6,25	4,55	1,9	0,8	0,2
H_3PO_4	0,05							0,05								
Вода+HNO_3	(-0,41)		0,5		2,0	1,0	5,09		0,5	0,0	8					
$Ca(NO_3)_2$ (19% Ca)		0,68		-	3,4		7,48	-	-	0,0		-	-	-	-	-
MAP ($NH_4H_2PO_4$)		0,52						0,52								
MKP (KH_2PO_4)				0,155				0,155								
$MgSO_4$						0,9			0,9							
$Mg(NO_3)_2$						-	-									
NOP (KNO_3)				2,56			2,56									
MOP (KCl)				2,735						2,735						
Железо и Бор											21,5	8,75	5,45	3,1		0,3
Итоговый рецепт	-	**1,2** 17	**0,5** 12	**9,5** 370	**5,40** 216	**2,40** 58	**16** 224	**1,5** 47	**3,28** 105	**2,74** 97,2	**40** 0,32	**15** 0,84	**10** 0,55	**5** 0,33	**0,8** 0,05	**0,5** 0,05
Желаемый рецепт* (*голландцами ☺)	-	**1,2** 17	**0,0** 0	**9,5** 370	**5,40** 216	**2,40** 58	**16** 224	**1,5** 47	**4,4** 140	**0,0** 0,2	**40** 0,32	**15** 0,84	**10** 0,55	**5** 0,33	**0,75** 0,05	**0,5** 0,05

Защищенный грунт промышленный. Технология.

Совместное применение простых удобрений (монопродуктов) и комплексных на примере 3:11:38

Пример рецепта для томата, с учетом содержания в воде кальция, магния и бикарбонатов:

	H^+	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	N-NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	Cl^-	B	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
Aqualis Special 3:11:38 50 кг/1000л (100кг на 2000л)	0,36			4,05		0,5	0,87	0,775	1,88		11,5	6,25	4,55	1,9	0,8	0,2
H_3PO_4	0,05							0,05								
Вода+HNO_3	(-0,41)		0,5		2,0	1,0	5,09		0,5	0,0	8					
$Ca(NO_3)_2$ (19% Ca)		0,5		-	2,5		5,5	-	-	0,0		-	-	-	-	-
MAP ($NH_4H_2PO_4$)		0,7						0,7								
MKP (KH_2PO_4)				1,52				1,52								
$MgSO_4$						-			-							
$Mg(NO_3)_2$						-	-									
NOP (KNO_3)				6,93			6,93									
MOP (KCl)				-						-						
Железо, Бор и др. микро											21,5	8,75	5,45	-	-	0,3
Итоговый рецепт	**-**	**1,2** 17	**0,5** 12	**12,5** 488	**4,50** 180	**1,50** 36	**18,4** 258	**2,5** 77,5	**2,79** 89	**-** 0,2	**40** 0,32	**15** 0,84	**10** 0,55	**1,9** 0,13	**0,8** 0,05	**0,5** 0,05
Желаемый рецепт (светокультура ☺)	**-**	**1,2** 17	**0,0** 0	**12,5** 488	**4,50** 180	**1,5** 36	**1…** 2..	**2,5** 77,5	**…** …	**0,0** 0,2	**40** 0,32	**15** 0,84	**10** 0,55	**2** 0,13	**0,75** 0,05	**0,5** 0,05

Требования культуры. Особенности.

Много элементов питания нужно.

Питательный элемент	В пересчете на элемент, Кг на тонну плодов	В пересчете на оксид Кг на тонну плодов
Азот	2,2	2,2
Фосфор	0,5	1,2
Калий	3,9	4,7
Кальций	1,6	2,2
Магний	0,4	0,6
Сера	0,6	1,5



Источник: Voogt, 1993

Порядок действий при разработке системы питания в ОГ на капельном орошении

Большая зависимость от расчетных условий.

1. Ожидаемый урожай. Общая потребность растений.

- Используется многолетний урожай в данном хозяйстве или данные компании селекционера (урожайность гибрида в данной местности).
- Чаще всего планируемый урожай составляет 100 т/га*
- Расчет потребности в в элементах питания

Примечание: чем выше планируемый урожай, тем больше потребуется удобрений.

2. Химический анализ воды для полива и анализ почвы

- Для воды важны данные: кальций, магний, бикарбонаты, сера, натрий, хлориды
- Для почвы: гумус, азот, фосфор и калий. Водная вытяжка 1:2 (анализ отфильтрованного раствора после добавления к 1л почвы нормальной влажности 2 литров дистиллированной воды.
- Желательно периодически повторять анализ (через 4-6 недель после посадки и через 8-10 недель после посадки).

3. Оценка доступных растениям элементов питания из почвы и основного внесения

- Учет основного внесения (если оно есть)
- Пересчет водорастворимых форм удобрений (по результатам анализа) в кг/га
- Суммирование

Порядок действий при разработке системы питания в ОГ на капельном орошении

Большая зависимость от расчетных условий.

4. Расчет потребности в водорастворимых удобрениях.

- Вычитаем из общей потребности в элементах - количество поступившее из почвы и основного.
- Делим полученное значение на коэффициент усвоения ВРУ

5. Распределение по фазам развития.

- Разбиваем весь период выращивания томата на фенофазы с указанием сроков их наступления и продолжительностью фенофаз.
- Распределяем каждый элемент в % по фенофазам

Примечание: сумма должна получиться равной 100% ☺

- Пересчитываем в кг/га в д.в.

6. Составляем технологическую карту

- Определяем необходимые и доступные конкретные минеральные удобрения
- Делаем расчет потребности в конкретных видах ВРУ по каждой фазе (а также общее их количество), исходя из % д.в.
- Определяем метод внесения ВРУ в капельный полив, площадь разового внесения, частоту внесения в каждую фазу.
- Делаем расчет на «клетку» по количествам и видам удобрений в каждое внесение (фертигационный или подкормочный полив) по каждой фазе.

Требования культуры. Особенности.

Аммоний или нитрат предпочтительнее?

Внесение удобрения в %			Относит. урожай	Относит. масса плода	Поражение BER (%)	Уровень хлороза
$N\text{-}NO_3^-$	NH_4^+	Мочевина				
100	-	-	100	100	0,2	5,2
75	25	-	101	100	3,0	3,5
50	50	-	96	90	2,8	2,7
75	-	25	94	94	2,2	4,4
50	-	50	104	97	4,2	1,0
75	25*	-	96	94	2,7	3,6
50	50*		101	93	2,1	2,0

Источник: Voogt, 1993

Требования культуры. Особенности.

Чем больше калия внесете, тем более здоровые и качественнее получите томаты

Эффект	Внесенный калий, кг/га			НСР
	359	706	1 428	
% плодов неправильной формы (среди плодов равномерной окраски)	56,3	32,6	28	2,9
% неравномерно созревших	40,4	12,4	5,8	3,3
% неравномерно созревших (только сильно-выраженные)	24,1	5,3	1,3	2,6



Источник: Winsor, 1979

Требования культуры. Особенности.

Чем выше EC (чем больше удобрений), тем выше качество плодов томата

EC в прикорневой зоне мСм/см	Слабая окраска %	Лежкость в днях	EC мСм/см	Кислотность сока плодов	Сахара Brix
0,75	21	6,2	4,5	5,9	4,1
2,5	17	6,6	5,1	6,6	4,1
5,0	2	9,1	5,5	7,6	4,6



Источник: Sonneveld and Voogt, 1990

Влияние нормы удобрений на качество и урожайность культуры. Особенности.

Чем больше удобрений, тем выше качество и урожайность томата

Доза CN-удобрения кг/га	Урожайность т/га	Сахара Brix	Плотность плодов кг/см^2
0	64	5,25	2,25
100	63	5,55	2,26
200	71	5,82	2,38
300	87	6,05	2,54



Источник: Kilink and Tuna, 1996

- Спасибо за внимание!

- Максим Максимов
- Агроном по защищенному грунту
- T: +7 (495) 795-25-27, доб. 1186
- M: +7 903 518 90 38
- M2+7 977 611 02 98
- maksim.maksimov@eurochem.ru

