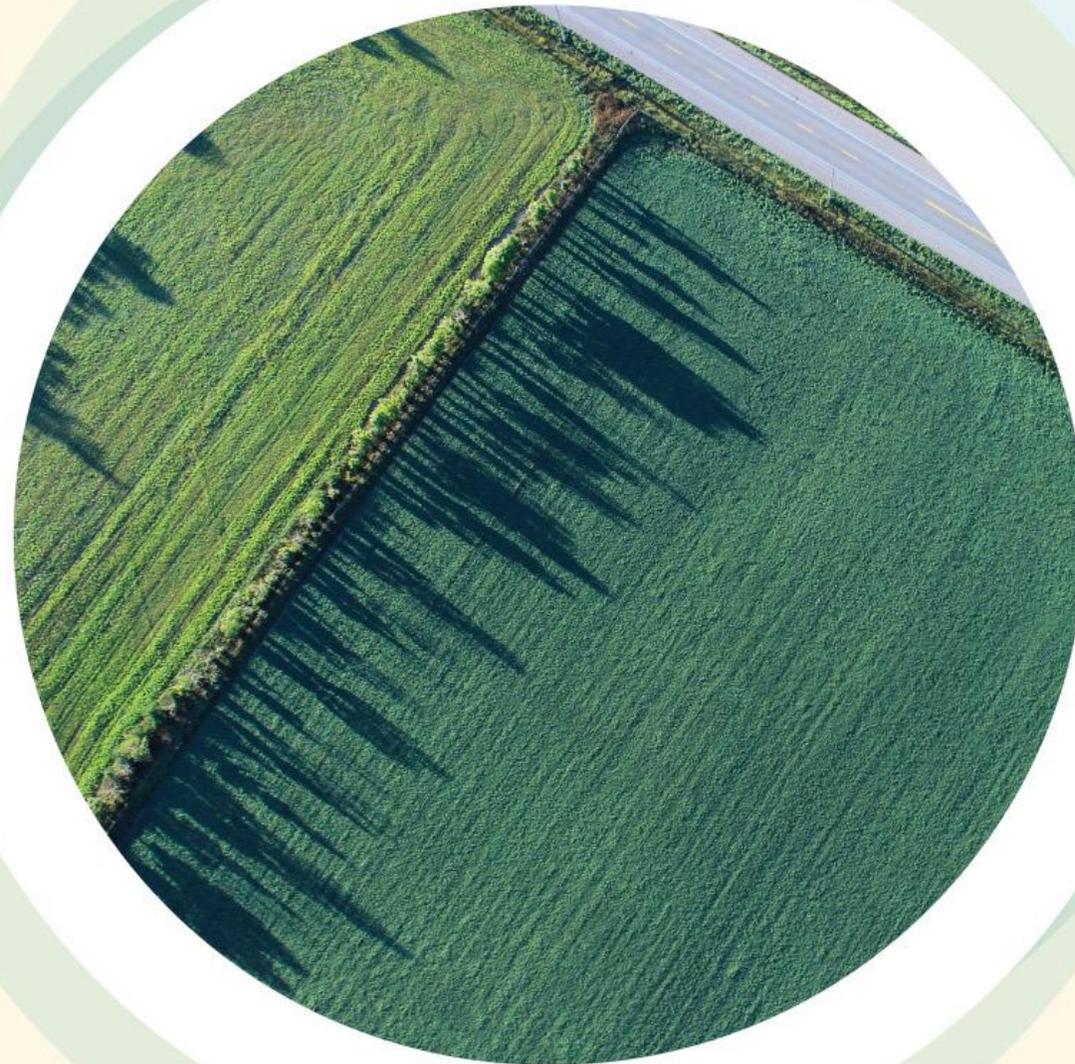


Как правильно выбрать виды, формы, дозы, сроки и способы внесения удобрений?

Носов Владимир Владимирович
Начальник Центра компетенций АО «Апатит»,
кандидат биологических наук
vvnosov@phosagro.ru



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ

Биоразнообразие

Эффективность использования энергетических, трудовых и водных ресурсов и удобрений

Потеря элементов питания

Качество воды и воздуха

Эрозия почв

Доступность продовольствия

Баланс питательных веществ

Экосистемные услуги

Урожайность
Чистый доход

Доход хозяйства

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ

СОЦИАЛЬНЫЕ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ

Окупаемость инвестиций

Качество и стабильность урожая

СОЦИАЛЬНЫЕ

Условия работы



Основные принципы

Вид и форма удобрений	Доза	Время внесения	Способ внесения
<ul style="list-style-type: none">◆ Обеспечение сбалансированного поступления элементов питания◆ Соответствие почвенным свойствам	<ul style="list-style-type: none">◆ Оценка поступления элементов питания из всех источников◆ Оценка потребности растений в элементах питания	<ul style="list-style-type: none">◆ Оценка динамики потребления элементов питания и их доступности в почве◆ Определение риска потерь элементов из почвы и сроков этих потерь	<ul style="list-style-type: none">◆ Оценка архитектуры корневых систем◆ Учет пространственной изменчивости почвенного плодородия



Примеры практических решений

Вид и форма удобрений	Доза	Время внесения	Способ внесения
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Минеральные удобрения ◆ Навоз ◆ Компост ◆ Пожнивные остатки 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Проведение агрохимического анализа почвы ◆ Расчет экономических показателей ◆ Сбалансированность с выносом элементов питания с урожаем 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Предпосевное ◆ Припосевное ◆ На стадии цветения ◆ На стадии созревания плодов 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Равномерное внесение вразброс ◆ Ленточное, рядковое внесение, жидкие удобрения ◆ Дифференцированное внесение удобрений

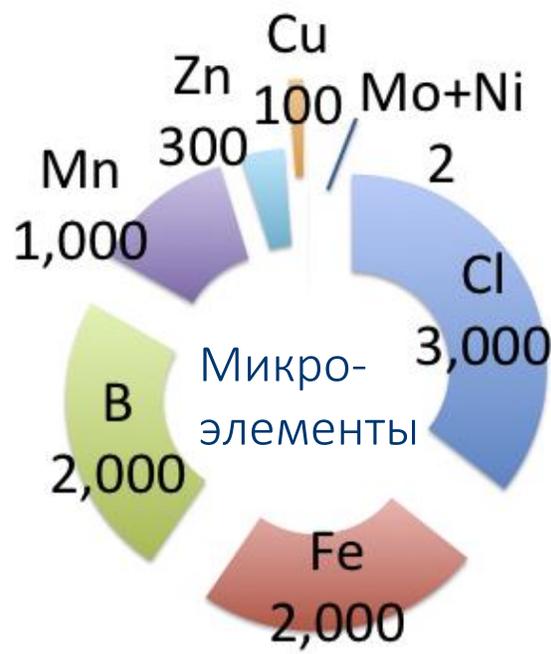
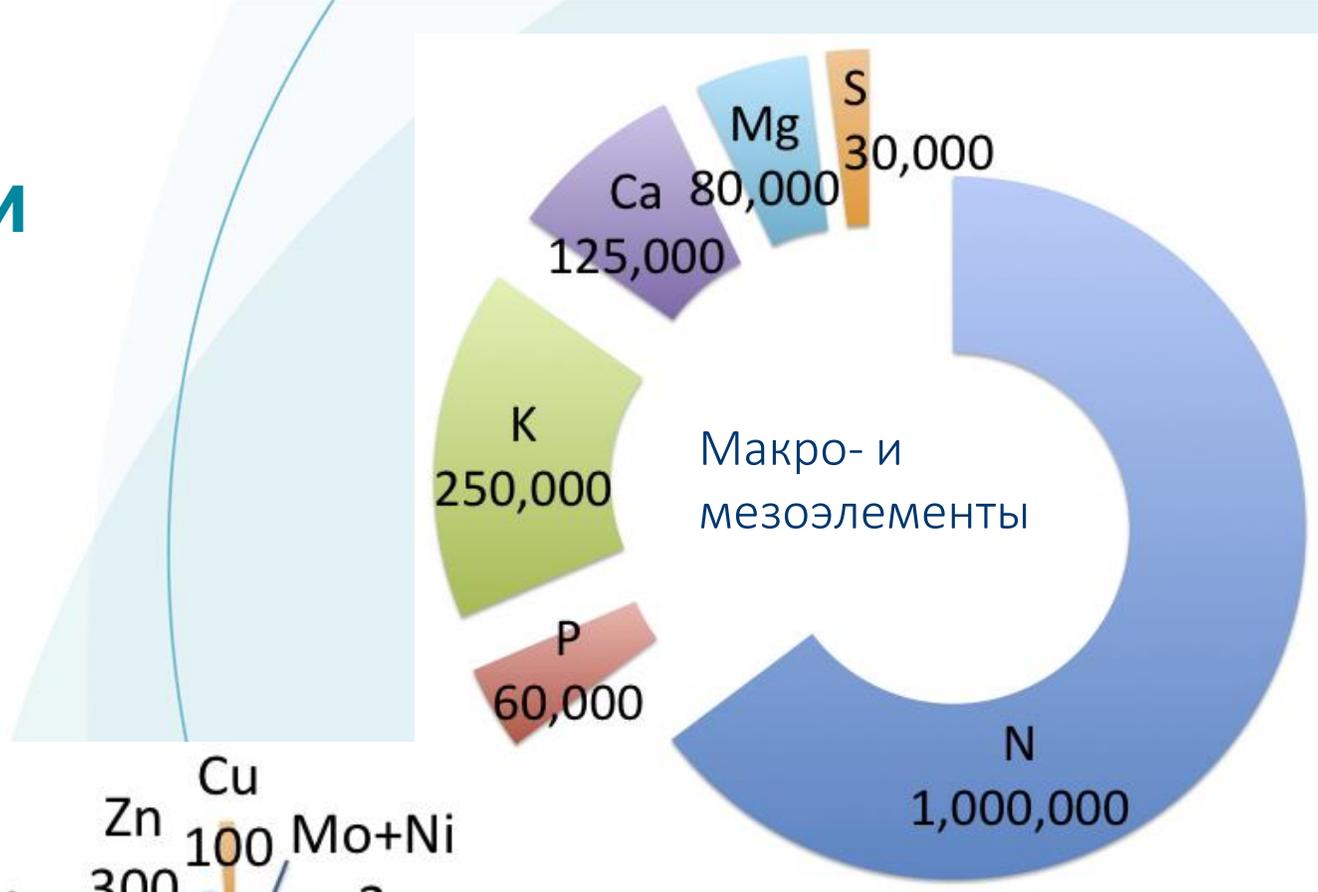


Выбор вида и формы удобрений



Каждый элемент питания выполняет в растении свои функции

- Из 17-ти необходимых элементов минерального питания растений 14 поступают из почвы
- Микроэлементы не менее важны, чем макроэлементы, но требуются растениям в существенно меньших количествах



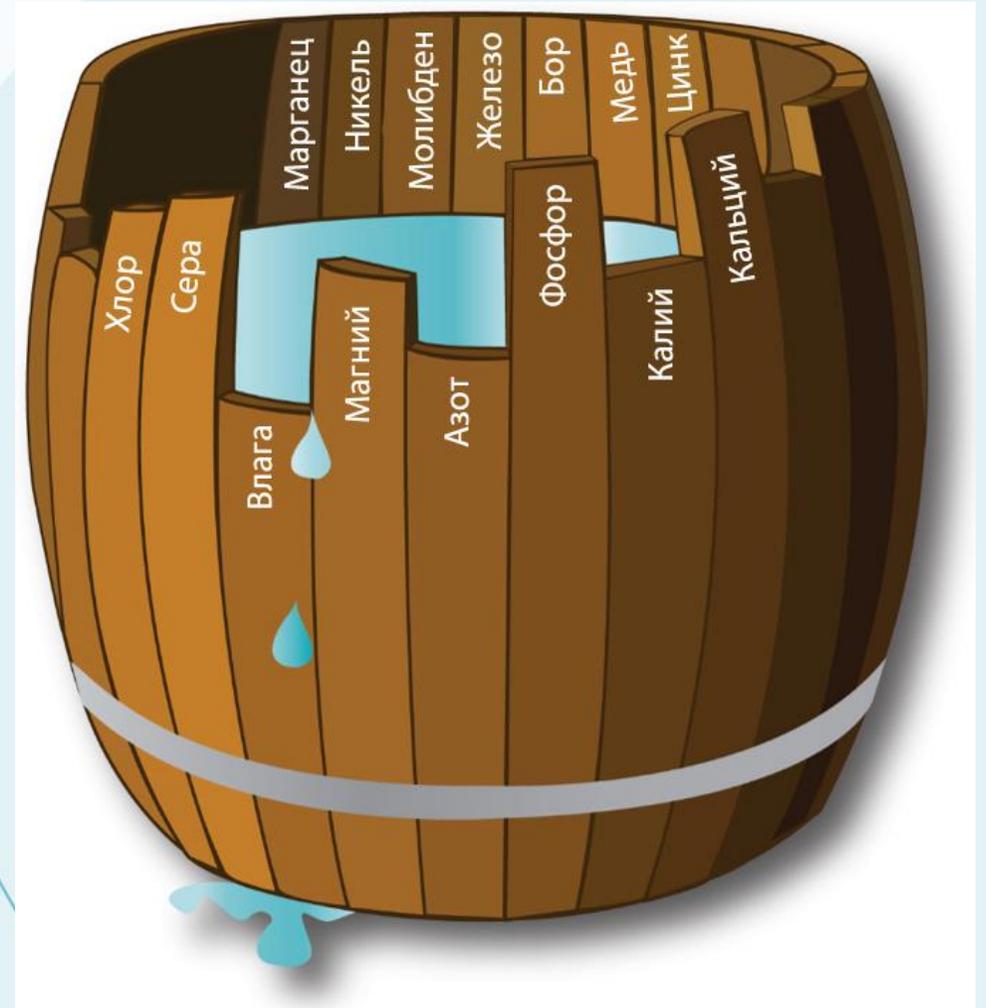
Относительное содержание в растениях

Сбалансированное питание растений

Недостаточно уделять внимание какому-то одному элементу питания.

Для получения высокого и качественного урожая элементы питания должны совместно выполнять свои функции.

Если рост и развитие растений лимитируется недостатком одного из элементов питания, другие элементы не могут эффективно использоваться.



«Закон минимума» (Ю. Либих): действие отдельного фактора тем сильнее, чем больше он находится в минимуме по сравнению с другими факторами.

Элементы питания должны быть в доступной форме, чтобы растения могли их поглощать

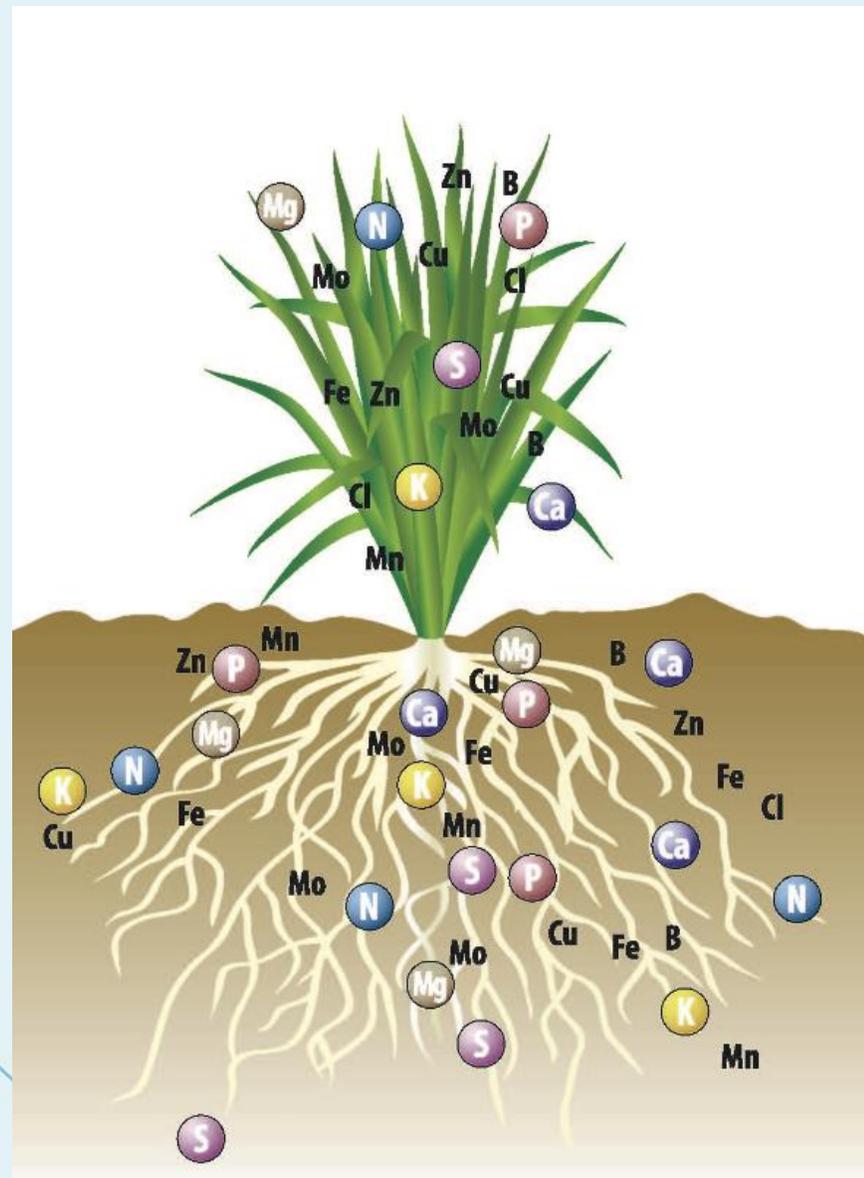
Корневая система растений в первую очередь поглощает неорганические соединения.

Элементы питания поглощаются корнями только в растворенном виде.

Нерастворимые соединения не могут быть непосредственно использованы растениями.

Для питания растений неважен источник поступления питательных элементов. Например, нитраты, поступающие из минеральных удобрений, навоза и почвенного гумуса, равнозначны.

Не существует одной «правильной» формы удобрения для всех почв и культур. Каждая культура, почва и каждый сельхозпроизводитель нуждаются в индивидуальном подходе.



Алгоритм выбора вида и формы удобрений

Сначала определяют, какие именно элементы питания необходимы для достижения планируемой урожайности.

По результатам агрохимических анализов почвы и листовой диагностики определяются элементы, лимитирующие урожайность.

Если лабораторные анализы не проводятся, можно сравнить делянки с внесением полного минерального удобрения и исключением отдельных элементов питания.

Необходимо корректировать неблагоприятные почвенные свойства, лимитирующие поглощение элементов питания растениями, например, кислотность, переуплотнение или засоление почв.



Визуальная диагностика недостатка фосфора у пшеницы



Красновато-фиолетовое окрашивание, начиная с верхушки, распространяется вниз по всей ширине листа.



Ослабленный рост и появление красновато-фиолетового оттенка на старых листьях у растения пшеницы, испытывающего недостаток фосфора.

Источники азота

Аммиак - исходное соединение для получения всех N-удобрений. Его синтезируют путем реакции между водородом (получаемым из метана) и атмосферным азотом.

Аммиак сжижается под давлением и используется для непосредственного внесения в почву и для производства разных твердых и жидких удобрений.

Нитратные, аммонийные и амидные - наиболее часто применяемые формы азотных удобрений.

Разные формы азотных удобрений ведут себя в почве по-разному, и их использование должно быть проработано.



Источники фосфора и калия

Фосфорные и калийные удобрения получают из минерального сырья.

Минеральное сырье перерабатывается для получения водорастворимых форм удобрений.

Фосфаты (H_2PO_4^- или HPO_4^{2-}) - основная форма, в которой растения поглощают фосфор.

Во всех формах калийных удобрений калий представлен ионом K^+ . Свойства калийных удобрений зависят от сопутствующих элементов.



Жидкие удобрения

Многие элементы питания смешиваются в виде гомогенных прозрачных жидкостей.

Часто применяются совместно с поливной водой.

Часто используются для проведения листовой подкормки, к ним могут добавляться гербициды и пестициды.

Не все жидкие удобрения могут быть смешаны друг с другом. Рекомендуется предварительно проверять их совместимость в небольшой емкости.



Выбор доз удобрений



Поглощение элементов питания на 1 т урожая с учетом побочной продукции (усредненные данные для Сев. Америки)

Культура	кг элементов питания/т урожая		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кукуруза	18	9,6	25
Рис	16	8,4	24
Соя	82	18	38
Яровая пшеница	37	13	26
Озимая пшеница	32	11	33

Потребность в элементах питания зависит от планируемой урожайности

Планируемая урожайность должна быть реалистичной.

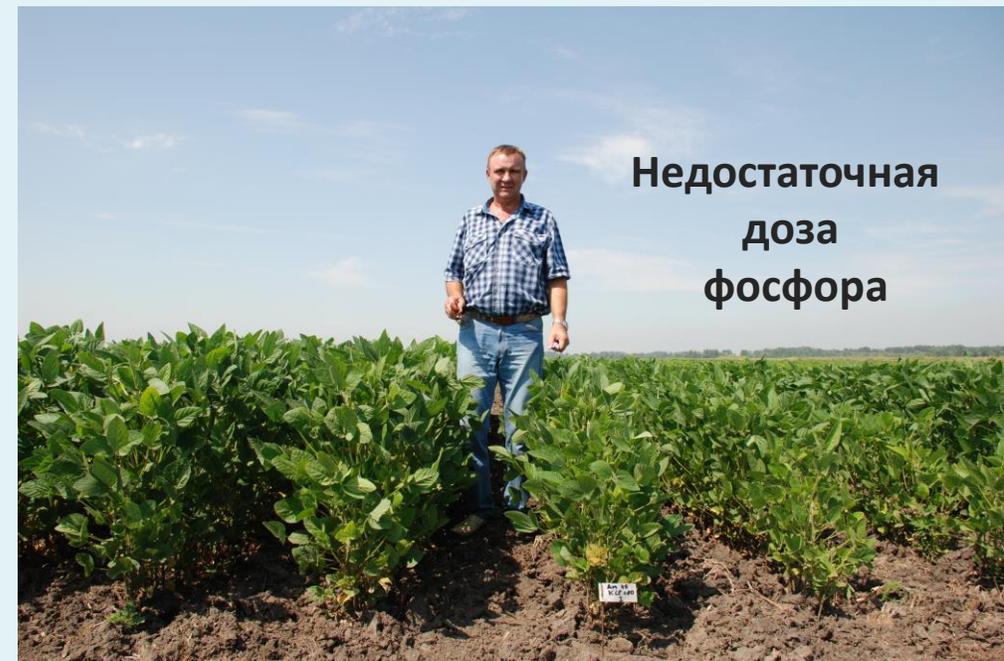
Достижимая урожайность = 80% от потенциальной в конкретных климатических условиях.

Планируемая урожайность должна быть выше среднегодовой, но ниже максимальной урожайности, полученной на конкретном поле.

Рекомендовано планировать урожайность на уровне +10% от средней урожайности за последние 3-5 лет с климатическими условиями, близкими к норме для региона.

Обеспеченность почв элементами питания и отзывчивость культур на применение удобрений

Обеспеченность почв элементами питания	Вероятность прибавки урожая и окупаемости удобрений
Очень низкая	Окупаемы в большинстве случаев, за редким исключением
Низкая	Окупаемы в большинстве лет
Средняя	В среднем окупаемы
Высокая	Окупаемы в отдельные годы
Очень высокая	Окупаемость удобрения в год применения маловероятна



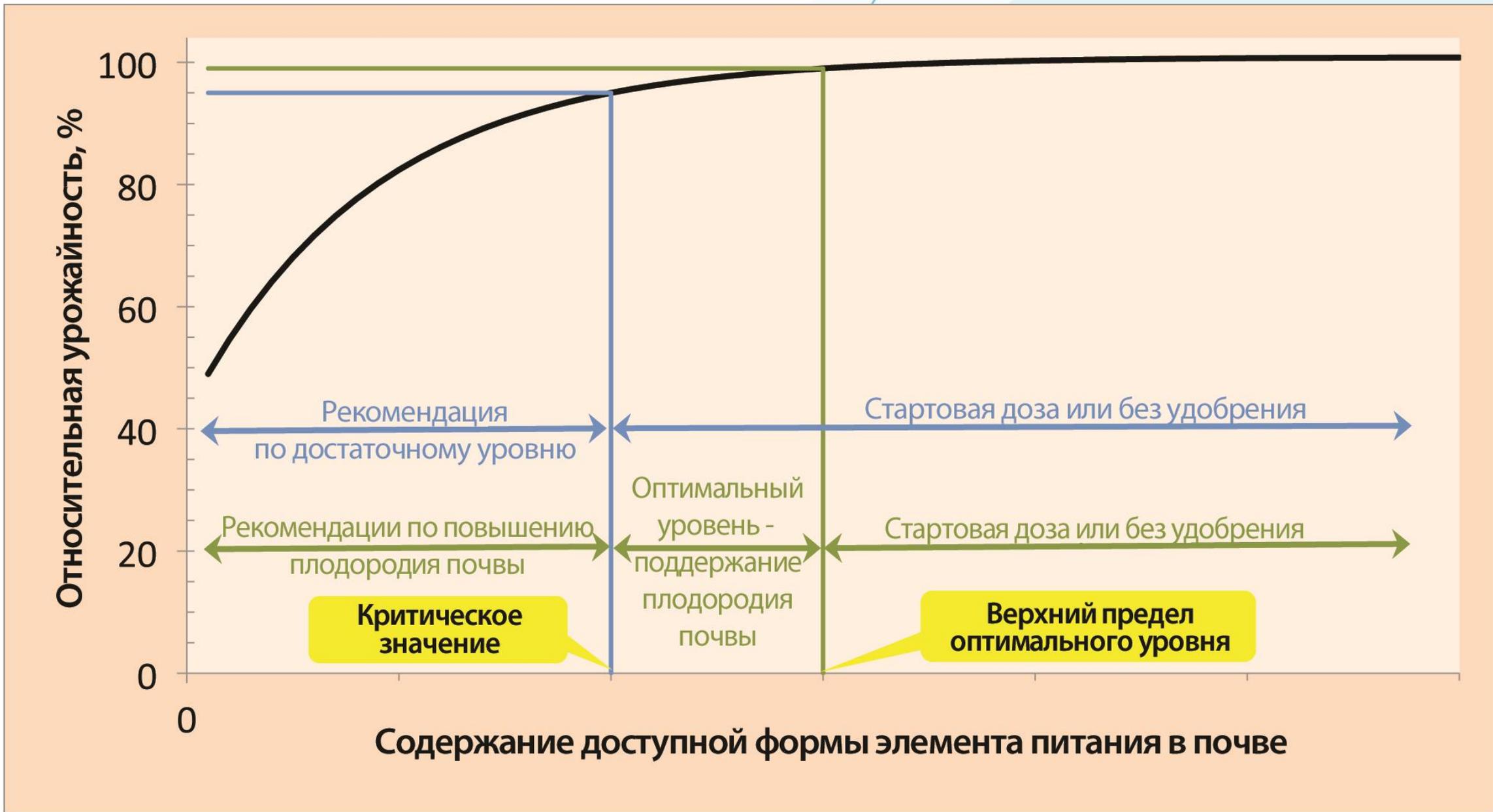
Стратегии управления питанием растений

1) Обеспечение достаточного содержания элементов питания в почве

Получение максимальной прибыли в год применения удобрений при минимизации затрат на удобрения (земля в краткосрочной аренде).

2) Повышение плодородия почвы до оптимального уровня и его поддержание

Компенсация отчуждения элементов питания из почвы с урожаем и повышение плодородия почвы до оптимального уровня, обеспечивающего получение 90-95% от максимальной урожайности (земля в длительном пользовании).



ЭОДУ - экономически оптимальная доза удобрений

АОДУ - агрономически оптимальная доза удобрений

Ориентир на ЭОДУ предпочтительней, чем на АОДУ для элементов, которые легко выносятся из почвы (N, S и т.д.).

Для элементов питания, которые могут закрепляться почвой, дозы за пределом ЭОДУ позволяют повысить плодородие в долгосрочной перспективе.

Поддержание плодородия почвы на уровне оптимальной обеспеченности элементами питания позволяет применять более гибкий подход к срокам и способам внесения удобрений.

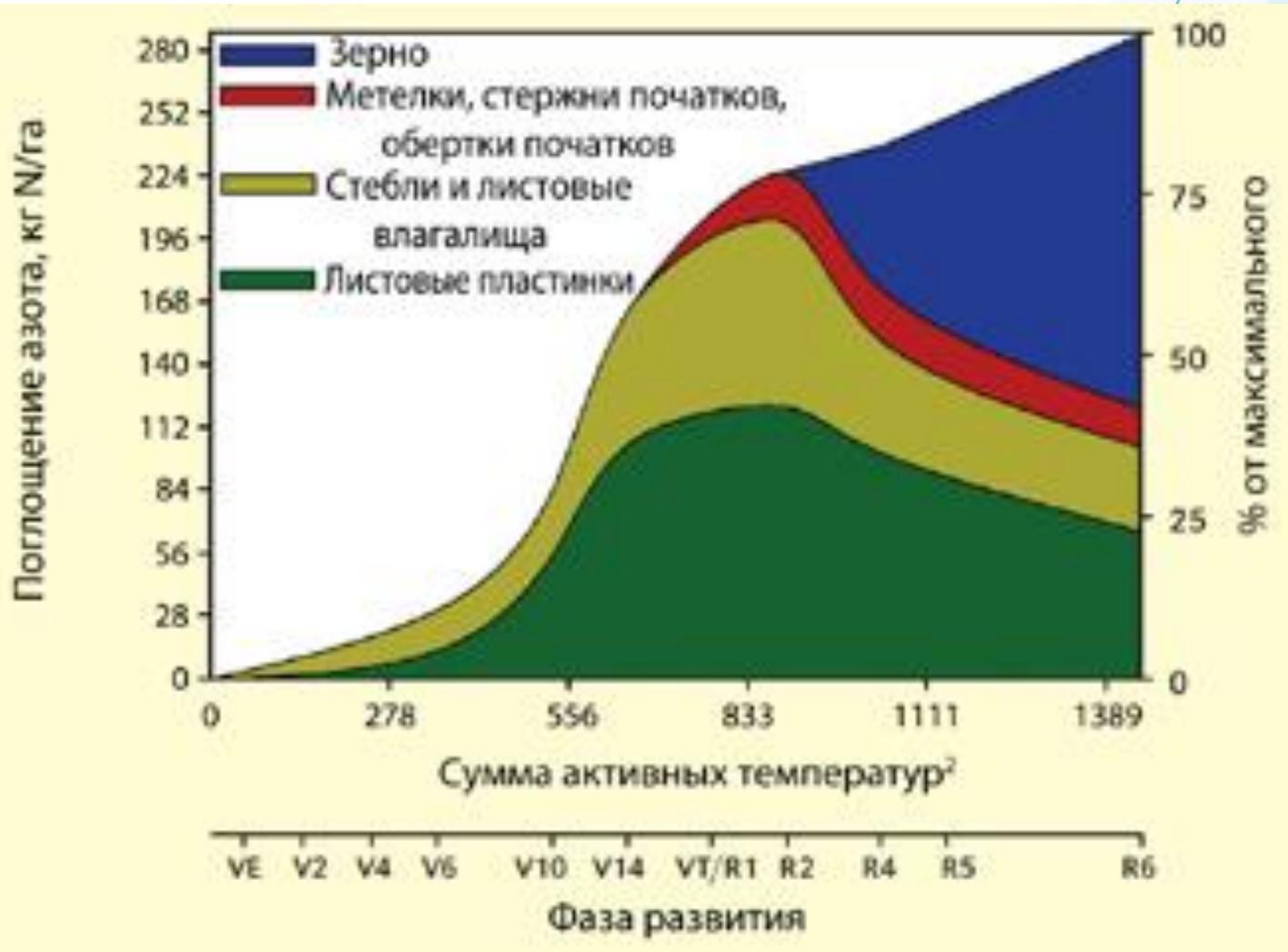
Правильная доза удобрений обеспечивает и оптимальную рентабельность, и минимизацию влияния на окружающую



Выбор сроков внесения удобрений



Динамика потребления азота растениями кукурузы



Среднее для 6-ти гибридов из 2-х полевых опытов (штат Иллинойс, США, 2010).

Фазы развития: VE - появление всходов; V1 ... Vn - 1-й ... n-й лист (листовой язычок виден у 1-го ... n-го листа); VT-выметывание метелки; R1 - выбрасывание нитей початка; R2 - водянистая спелость; R3 - молочная спелость; R4 - восковая спелость; R5 - появление углубления на верхушке зерновки; R6 - физиологическая спелость (появление «черной точки» на основании зерновки).

Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) : $(t_{\text{max}} + t_{\text{min}})/2 - 10$,
где t_{max} - максим. температура за сутки (принимается равной 30°C , если она выше данной величины); t_{min} - миним. температура за сутки (принимается равной 10°C , если она ниже данной величины).

Внесение удобрений с учетом фаз роста пшеницы

Основное количество азота должно быть внесено до фазы выхода в трубку.

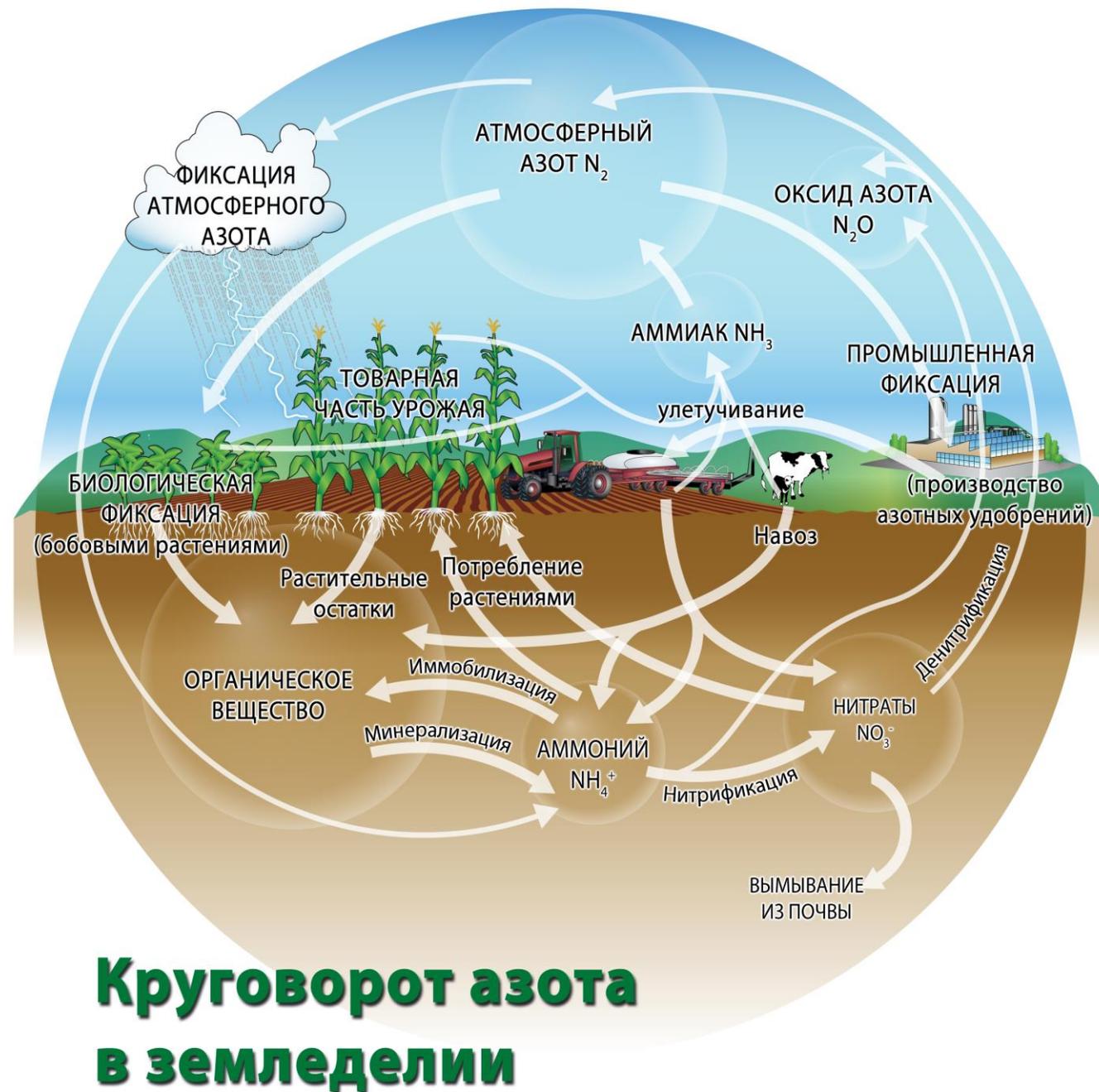
Поздняя азотная подкормка в фазу колошения позволяет увеличить содержание белка в зерне.



Время внесения выбирается с учетом круговорота элемента питания

Азот поглощается растениями либо в нитратной (NO_3^-), либо в аммонийной (NH_4^+) форме.

Другие формы N должны быть преобразованы в нитратную или аммонийную формы для того, чтобы растения могли его усвоить.



Логистика полевых работ

Решения о сроках внесения удобрений принимаются исходя из практических соображений.

С ростом размера хозяйства меняются логистика посева и сроки внесения удобрений.

Осеннее внесение удобрений там, где это целесообразно, экономит ценное время весной.

С учетом поведения фосфора и калия в почве их можно вносить заранее (с осени).



Осеннее внесение азота

Азотные удобрения предпочтительнее вносить весной, но осеннее внесение также возможно:

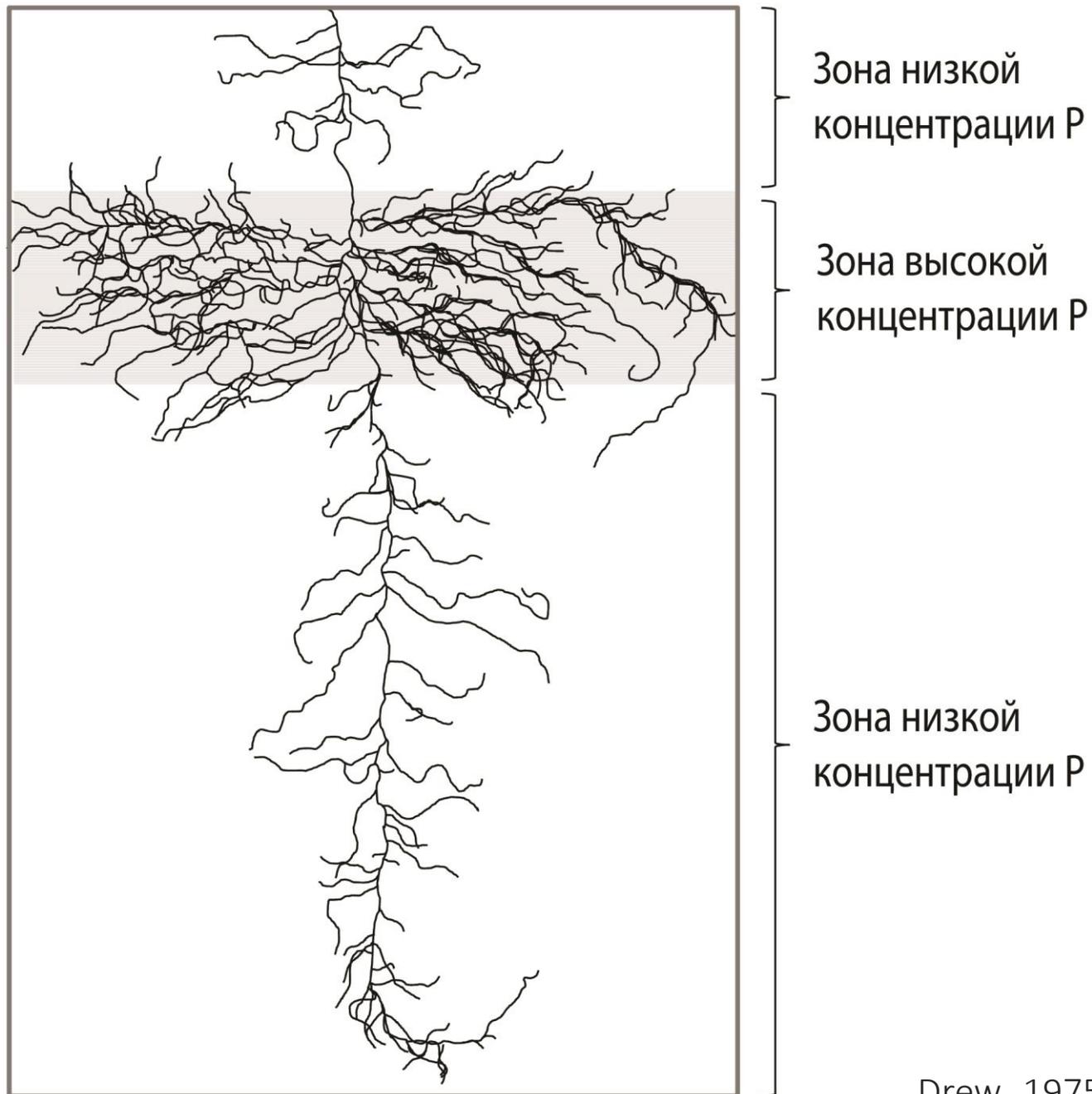
- температура почвы должна быть ниже 10 °С;
- целесообразно использование стабилизированных азотных удобрений (с ингибиторами нитрификации и ингибиторами уреазы).



Выбор способов внесения удобрений



Пластичность корневой системы

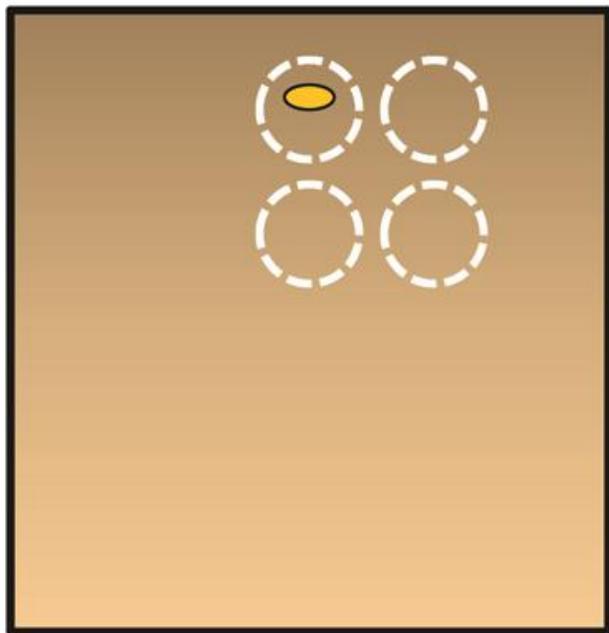


Способы внесения удобрений

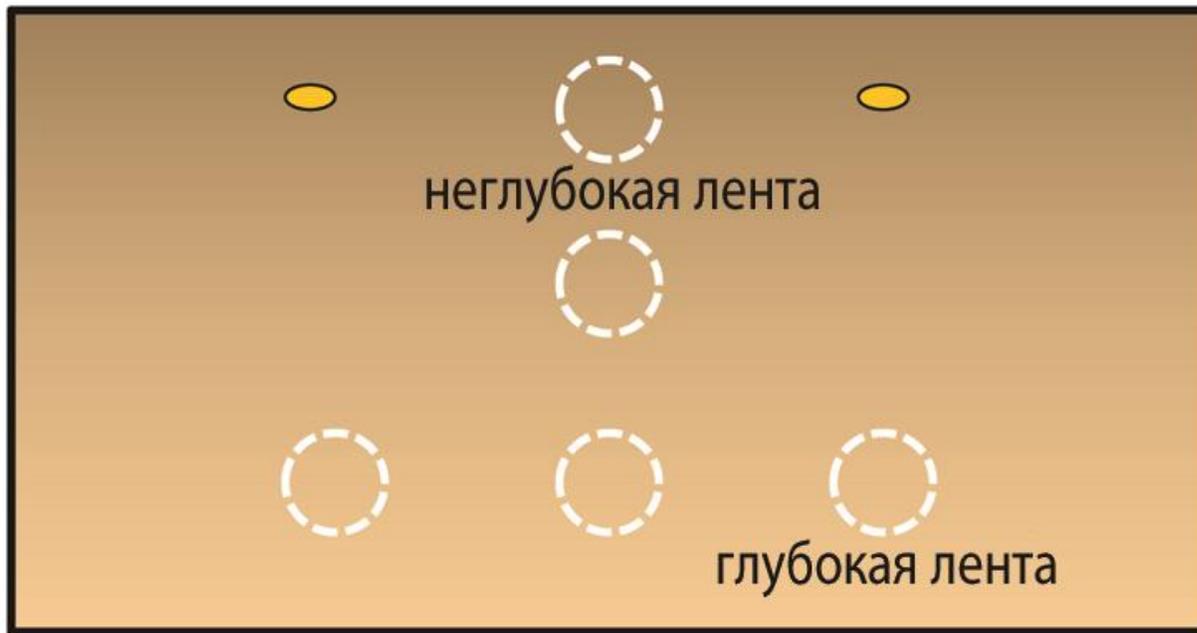
- Разбросное
- Ленточное
- Очаговое (гнездовое)
- Комбинированное



Способы размещения удобрений в почве



Ленточная заделка совместно с семенами или рядом



Положение ленты на различном расстоянии между или глубже рядков семян

Припосевное внесение удобрений

- Чувствительность проростков
- Солевой индекс удобрений
- Ширина посевной борозды
- Гранулометрический состав почвы
- Влажность почвы
- Густота стояния растений



Риск повреждения проростков

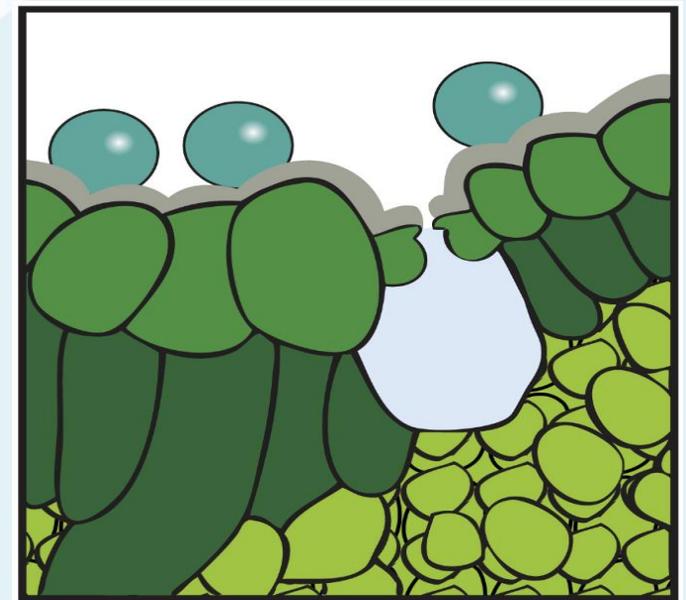
Некорневая (листовая) подкормка

Элементы питания в газообразной форме поступают в листья через устьица.

Растворенные элементы питания поступают в листья через небольшие поры в кутикуле эпидермиса листьев.

Листовая подкормка обеспечивает относительно небольшое и локализованное минеральное питание с ограниченным сроком действия.

Особенно эффективна, если содержание доступных форм элементов питания в почве лимитировано.



Смачивание листовой поверхности



Ослабление сил поверхностного
натяжения жидкости

*Уделяйте равное
внимание каждой
составляющей –
формам, дозам,
срокам и способам
внесения удобрений*

*Учитывайте, что
все составляющие
взаимосвязаны*



Спасибо за
внимание

