

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТР АГРОХИМИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
«РОСТОВСКИЙ»**

Рекомендации по применению жидких комплексных удобрений (ЖКУ)



п. Рассвет – 2017 г.

Информация подготовлена специалистами ФГБУ ГЦАС «Ростовский»

О.Г. Назаренко – д.б.н., директор ФГБУ ГЦАС «Ростовский»

И.В. Субботина – нач. отдела организации учета применения средств химизации

В.И. Продан – к.б.н., гл. специалист отд. химико-аналитических исследований.

Н.В. Кайдалова – нач. отд. комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения

С информацией можно ознакомиться на сайте:

www.donplodorodie.ru

E-mail: agrohim_61_1@mail.ru

тел. для справок: 8-(86350)-37-8-34

Содержание

1.	Фосфор – как основной элемент питания и обеспечения плодородия почв	3
2.	Характеристика жидкого комплексного удобрения (ЖКУ)	4
2.1.	Особенность поведения ЖКУ в почвах	5
2.2.	Физиологическая особенность ЖКУ	5
2.3	Особенности хранения ЖКУ	6
2.4.	Расчет дозы внесения	7
2.5.	Особенности приготовления баковых смесей	7
2.6.	Особенности внесения ЖКУ	10
3.	Особенности и способы применения ЖКУ под сельскохозяйственные культуры	11
3.1.	Озимая пшеница	11
3.2.	Подсолнечник	12
3.2.	Кукуруза на зерно	12
3.3.	Сахарная свекла	13
3.4.	Овощные культуры и картофель	13
	Литература	14

«..в случае фосфора имеет место односторонний процесс отчуждения его из почвы с урожаями, которому мы можем противодействовать только внесением удобрений»

Д.Н. Прянишников

1. Фосфор – как основной элемент питания и обеспечения плодородия почв

1.1. Роль фосфора в формировании урожая

Оптимальное фосфорное питание:

- значительно повышается урожай и улучшается его качество;
- увеличивает долю зерна в общем урожае;
- улучшает выполненность колоса;
- повышает зимостойкость растений;
- ускоряет их развитие и созревание, у зерновых культур созревание ускоряется на 5-6 дней;
- способствует развитию корневой системы растений - она сильнее ветвится и глубже проникает в почву.

1.2. Физиологическая роль фосфора

Без фосфора, как и без азота, жизнь невозможна.

Минеральный фосфор растений – резерв для синтеза фосфорсодержащих органических соединений:

- . нуклеиновых кислот (РНК и ДНК)
- аденозинфосфатов (АТФ и АДФ).

Данные соединения участвуют во многих процессах жизнедеятельности растительного организма: синтезе белков, энергетическом обмене, передаче наследственных свойств (Минеев, 2004).

Фосфор:

- увеличивает буферность клеточного сока;
- поддерживает тургор клетки;
- под его влиянием в листьях ускоряются процессы распада белков и переход продуктов распада в репродуктивные органы;
- улучшает водный режим растений, способствуя более экономному расходованию воды.

1.3. Роль фосфора в обеспечении плодородия почв

Источники фосфора в почве:

- в почвенном растворе (непосредственно доступный);
- адсорбционно закрепленный (потенциально доступный);
- в составе гумуса, органических остатков (органический);
- в минеральной части почв (валовой) (Ковда, 1988).

Почвенные фосфаты обычно делят на две категории:

- легкорастворимые (доступные растениям)
- нерастворимые (недоступные растениям).

Нерастворимые фосфаты в зависимости от типа почвы могут составлять до 95-97% от общего содержания фосфора.

Нерастворимые неорганические соединения фосфора в кислых почвах связаны с железом и алюминием, в нейтральных и слабощелочных с кальцием.

Между нерастворимыми почвенными фосфатами (неорганическими и органическими) и легкорастворимой их частью в почве существует определенное равновесие, которое регулируется углекислотой и органическими соединениями почвы.

Биологический круговорот фосфора в биосфере многокомпонентен и сложен, его регулирование путем применения фосфорсодержащих удобрений весьма важно, так как **естественных источников пополнения его запаса в экосистемах не существует** (Минеев, 2004).

2. Характеристика жидкого комплексного удобрения (ЖКУ)

Одним из путей оптимизации фосфатного питания растений является использование в сельском хозяйстве жидких удобрений. ЖКУ (Жидкие комплексные удобрения).

ЖКУ – это прозрачный раствор темно-серого или зеленоватого цвета, с высокой плотностью 1,4 г/см³ при температуре 20°C, с рН~6-7 ед., массовая доля аммонийного азота 11%, массовая доля общих фосфатов 37%, степень конверсии не менее 65 %, температура кристаллизации не ниже -20°C.

ЖКУ практически не содержат свободного аммиака, что позволяет хранить и транспортировать их без герметизации емкостей и вносить в почву любыми доступными способами. Они хорошо смешиваются с азотными удобрениями, не содержащими аммиак.

ЖКУ могут использоваться под все возделываемые культуры в качестве основного, припосевного удобрений и подкормок. Перспективны для применения с водой при орошении поливными машинами и капельном орошении.

2.1. Особенность поведения ЖКУ в почвах

Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) – это полифосфаты аммония ($[(\text{NH}_4 \text{ PO}_3)_n]$), которые образуются при объединении мономерных ортофосфатов в полимерную цепь (Рис. 1).

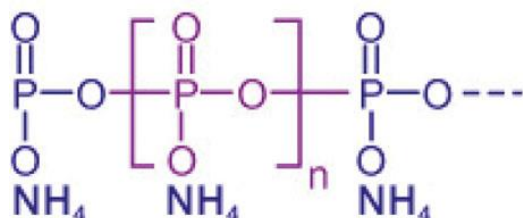


Рис. 1 Полимерная цепь полифосфата аммония (цит. по Носов, 2016)

Растения поглощают фосфор в виде ортофосфатов, в ЖКУ 20% фосфора находится в виде этой формы, что обеспечивает их непосредственное участие в питании растений, остальная часть фосфора представлена полифосфатами, которые, медленно подвергаясь гидролизу, переходят в ортофосфаты.

Половина полифосфатов превращается в ортофосфаты за 1-2 недели, т.е. ЖКУ обладает пролонгированным действием. В кислых почвах известкование усиливает этот эффект.

В карбонатных почвах ЖКУ существенно снижают поглощение ортофосфатов почвой, а также вызывает растворение осажденных ортофосфатов.

Применение ЖКУ способствует равномерному распределению фосфора и более глубокому горизонтальному и вертикальному проникновению от места внесения.

2.2. Физиологическая особенность ЖКУ

Физиологическая роль ЖКУ связана с наличием в их молекуле макроэргической пирофосфатной связи (P—O—P), распад которой обеспечивает растение дополнительной энергией для протекания таких важных процессов как поглощение элементов питания, рост, развитие, накопление биомассы.

За счет высокой способности полифосфатов к комплексообразованию, хелатированию ЖКУ способствуют сохранению элементов питания в растворе и улучшают питание растений такими микроэлементами, как медь, марганец и цинк.

2.3. Особенности хранения ЖКУ

ЖКУ не вызывает коррозию черных металлов, может перевозиться и храниться в негерметичных емкостях. Важный показатель, обеспечивающий длительность хранения ЖКУ, - степень конверсии, который характеризует содержание полифосфатов в ЖКУ в % от общего содержания P_2O_5 . Он не должен быть ниже 65%.

Неукоснительно должен выполняться температурный режим хранения, нельзя допускать снижения температуры раствора ниже $-20^{\circ}C$ и повышения температуры выше $+40^{\circ}C$.

Срок хранения 6 месяцев. Существенно снижается этот срок при некачественном исходном сырье и наличии примесей Fe, Ca, Mg, Al, F, C и др.

В районах, где средняя температура самой холодной декады не ниже $-20^{\circ}C$, ЖКУ, можно хранить в течение зимы в открытых хранилищах, у которых лишь трубы и вентили надо покрыть теплоизоляционным материалом.

Замерзший при температурах не ниже $-20^{\circ}C$ раствор ЖКУ оттаивает без изменения физико-химических свойств, однако растворы склонны к сильному переохлаждению при спокойном хранении, необходимо предусмотреть перемешивание.

Если в емкости для хранения образовался осадок серовато-коричневого, белого цвета или сформировались творожистые хлопья, слизкая волокнистая масса, это означает, что были нарушены условия хранения.

Практически не хранятся баковые смеси с ЖКУ, их необходимо использовать сразу же после приготовления.



ООО «ФосАгро-Кубань»
ОП БХМУ № 1 ст. Выселки Склад ЖКУ

2.4. Расчет дозы внесения

При расчете доз внесения ЖКУ обязательно учитывать плотность раствора. Рассчитывают дозу по фосфору.

Например, для подкормки требуется 30 кг/га в д.в. фосфора (P_{30}), в ЖКУ 37% фосфора, коэффициент пересчета составляет 0,37.

Чтобы перевести действующее вещество в физический вес необходимо требуемое значение разделить на коэффициент пересчета и умножить на плотность раствора.

$$30/0,37 = 81 \text{ кг/га}/1,4 = 58 \text{ л/га}$$

Если требуется определить действующее вещество в приготовленном растворе, решают обратную задачу, количество литров делят на плотность раствора и умножают на коэффициент содержания питательного элемента.

Например, необходимо узнать какое содержание азота в 80 литрах ЖКУ.
 $80 * 1,4 * 0,11 = 12,3 \text{ кг/га}$ в д.в. азота.

Доза записывается следующим образом N_{12} .

Плотность раствора в сертификате дается интервалом 1,41-1,47

Для уточнения плотности раствора необходимо пользоваться ареометром.

Если ареометр не доступен, плотность раствора можно определить следующим образом, любую емкость заполнить водой и взвесить с учетом веса емкости, затем такой же объем взвесить с ЖКУ и найти отношение веса ЖКУ к весу воды.

Это отношение и характеризует плотность раствора.

Например, 5 литров воды весит 5,0 кг, 5 литров ЖКУ – 7,25 кг, за вычетом веса емкости, плотность раствора составляет

$$7,25/5,0 = 1,45$$

2.5. Особенности приготовления баковых смесей

ЖКУ может использоваться как базовый раствор для приготовления баковых смесей с азотными удобрениями, микроэлементами, стимуляторами роста и пестицидами.

Приготовление баковых смесей с азотными удобрениями

При приготовлении баковых смесей с азотными удобрениями необходимо иметь в виду, что присутствие нитрата аммония (NH_4NO_3) существенно снижает стабильность раствора. Он присутствует в аммиачной селитре (NH_4NO_3) и КАС ($NH_4NO_3-(NH_2)_2CO-H_2O$). Чем выше процент КАС в баковой смеси, тем неустойчива система, эта проблема в большей степени характерна для КАС -32, чем для КАС-28 при смешивании с ЖКУ 11:37.

На смешивание очень сильно влияют рН и удельный вес раствора КАС. Эти показатели должны контролироваться, при значениях рН около 9, в КАС мог быть добавлен аммиак как ингибитор коррозии, что недопустимо при смешивании с ЖКУ.

Поэтому наиболее устойчивые баковые смеси можно получить с карбамидом ((NH₂)₂CO).

Однако их приготовление требует особых условий – подогрев воды от 35 до 40°C.

В базисный раствор ЖКУ к 348 л (487 кг) добавляется при непрерывном размешивании 238 л воды теплой воды (35-40°C), затем 275 кг карбамида. Полученная смесь марки 18:18:0 содержит по 18% азота и фосфора (плотность – 1,2 г/см³).

Баковая смесь ЖКУ + карбамид	Нормы расхода		Доза кг/га	
	л	кг	N	P
	85	100	18	18
	115	140	25	25
	138	165	30	30

Приготовление баковых смесей с микроэлементами

При использовании сульфатных солей и оксидов микроэлементов необходимо учитывать максимальную концентрацию раствора. Сульфат цинка может быть добавлен в количестве, не превышающем 2% раствора.

Хелатные формы микроэлементов лучше растворяются в ЖКУ.

Процент микроэлементов, рекомендованный для смешивания следующий: Бор 0,2%, Молибден 0,1%, Медь 0,4, Цинк 0,5% , Марганец 0,5%

Растворимые соли, должны быть добавлены непосредственно перед применением, не следует оставлять растворы без постоянного перемешивания в ночное время.

Приготовление баковых смесей со стимуляторами роста

В качестве стимулятора при проведении внекорневой подкормки ЖКУ рекомендуется использовать гумат калия. Его нужно добавить в баковую смесь ЖКУ и карбамида в объеме 2,4 л. Вносят из расчета 138 л/га, при этом доза по фосфору составляет 30 кг/га P₃₀ , доза гумата калия 0,4 л/га.

Смесь вносят сразу после приготовления.

Приготовление баковых смесей с пестицидами

При необходимости смешивания ЖКУ с пестицидами обязательно провести тест на совместимость, без этой предварительной процедуры готовить большие объемы нельзя.

2.6. Особенности внесения ЖКУ

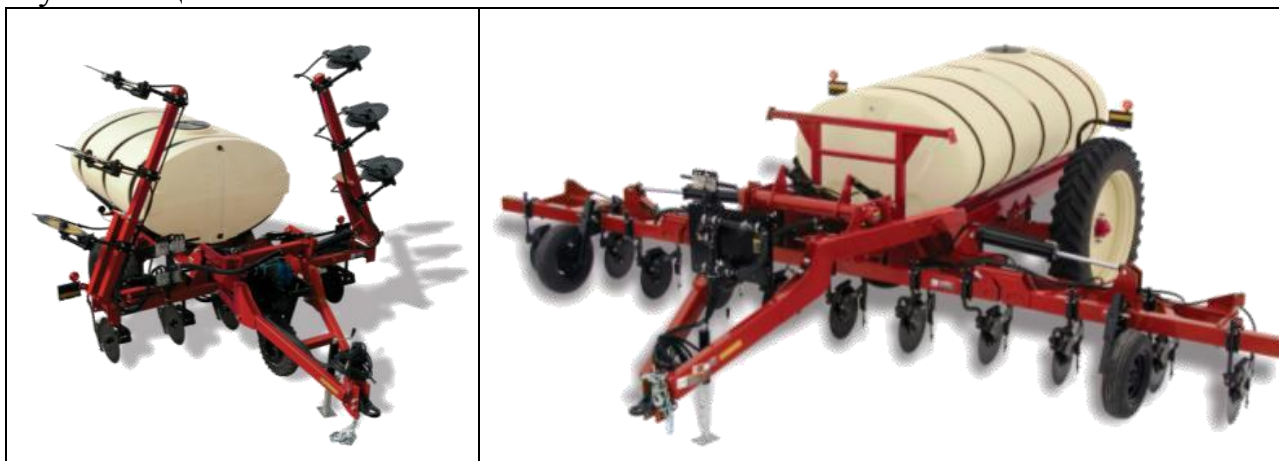
ЖКУ могут вносить в почву двумя способами:

- поверхностно-штанговыми и бесштанговыми опрыскивателями с последующей их заделкой почвообрабатывающими орудиями;



Самоходный опрыскиватель Versatile SP-275

- внутрипочвенно – при отвальной пахоте, плоскорезной обработке, культивации и посеве пропашных культур, подкормках одновременно с культивацией.



Аппликаторы RSM-AP-3800

Для сплошного внесения используются широкозахватные подкормщики – опрыскиватели. Они обеспечивают более высокую производительность и лучшую равномерность распределения удобрений по площади.

Для более эффективного использования ЖКУ в зонах подверженных ветровой и водной эрозии, целесообразно использовать плоскорезные почвообрабатывающие орудия с приспособлениями для внесения удобрений под лапу одновременно с обработкой почвы.

Для внесения ЖКУ в почву одновременно с посевом пропашных культур переоборудуются сеялки типа СПЧ-6 и СУПН-8.

Для внекорневой подкормки используются современные широкозахватные опрыскиватели с мелкокапельным распылением для максимального смачивания листовой поверхности, однако при этом обработку вести в вечерние часы, при отсутствии прямого солнечного света, чтобы исключить ожоги.

3. Особенности и способы применения ЖКУ под сельскохозяйственные культуры

3.1. Озимая пшеница

Возделывание озимой пшеницы предполагает применение минеральных удобрений, доля которых в комплексе агротехнических работ может составлять до 60%. Классическая система применения удобрений включает в себя основное предпосевное применение удобрений, внесение удобрений в рядок при посеве, а также весенние и летние подкормки.

ЖКУ может быть использовано с осени под основную обработку почвы в дозах по фосфору, с разбавлением 1:1. Внесение поверхностно опрыскивателем с использование крупнокапельных распылителей и последующей вспашкой.

При посеве ЖКУ вносят сеялками для внесения жидких удобрений при разбавлении минимум 1:2 в дозах, рассчитанных по фосфору на основе почвенной диагностики.

Очень редко при основном и припосевном внесении фосфорсодержащих удобрений полностью компенсируется дефицит фосфора, т.е. изначально уже заложен дефицит в фосфорном питании растений. В середине вегетации растения начинают испытывать недостаток фосфора. В этот период подкормка твердыми фосфорными удобрениями прикорневым способом проблематична из-за недостаточной влажности почвы. Поэтому единственной формой удобрения способной восполнить потребность растений в фосфоре является ЖКУ.

Подкормки проводят на основе химического анализа растений, который позволяет контролировать степень обеспеченности минеральным питанием и вовремя его оптимизировать.

Диагностика проводится в фазу весеннего кущения или в период начало выхода в трубку, по ее результатам рассчитывается доза.

Высокий эффект некорневой подкормки обусловлен быстрым усвоением элементов питания чрез листья. Некорневая подкормка ЖКУ особенно актуальна в условиях поздней затяжной холодной весны (t 8-10⁰ С).

Перед применением базисный раствор ЖКУ необходимо разбавить водой в соотношении минимум 1:4. Применение ЖКУ в дозе 10-12 кг/га д.в. фосфора является минимально допустимым. Доза меньше этого количества не обеспечивает улучшение фосфорного питания растений.

Стандартные нормы применения ЖКУ 11:37 – 35-70 кг/га или 25-50 л/га, что составляет N 4-8 P 13-25.

ЖКУ применяют при достаточной влажности почвы, когда растения не испытывают стресс, в безветренную и не жаркую погоду. В ветреную погоду растения по направлению ветра могут получить повышенную концентрацию удобрения и, в результате, ожог листьев, другие растения не получают его совсем и там наблюдаются признаки фосфорного голодания.

При высокой температуре воздуха влага из раствора испаряется сильнее, растение не успевает усвоить раствор и получает ожог. Поэтому лучше работать в вечерние часы (утром роса).

3.2. Подсолнечник

Наиболее эффективный способ внесения ЖКУ осенью под основную обработку почвы, по рекомендуемым, в зависимости от содержания в почве подвижного фосфора, дозам.

При средней обеспеченности почв элементами питания хорошие результаты дает внесение ЖКУ одновременно с севом локальным способом. Дозы удобрений для подкормки устанавливаются по содержанию общего фосфора у 10-12 дневных растений.

Подкормку проводят в фазу 2-3 пар настоящих листьев культиватором с подкормщиком- растениемпитателем локально – объемным способом на 10-12 см в сторону от рядка на глубину 10-12 см. при таком способе подкормка растения наиболее полно используют питательные вещества.

3.3. Кукуруза

В сравнении с другими культурами кукуруза слабо реагирует на внесение фосфорных удобрений.

Оптимальное содержание подвижных фосфатов почвы для этой культуры ниже, чем для колосовых и зерновых культур, и составляет, примерно, 20 мг/кг (метод Мачигина).

ЖКУ вносят с осени под основную обработку почвы в рекомендуемой по фосфору дозе. Недостающее количество азота добавляют в подкормку при проведении междурядных обработок.

Хорошие результаты дает локальный или локально-объемный способ внесения ЖКУ одновременно с севом. Доза фосфора уменьшается при этом на 30% в сравнении с рекомендуемой для осени. Недостающий азот вносится в подкормку при междурядной культивации.

3.4. Сахарная свекла

Особенность питания сахарной свеклы определяется длительным периодом её вегетации, способностью образовывать значительное количество органического вещества и мощным развитием корневой системы. По выносу питательных веществ культура занимает одно из первых мест.

ЖКУ используют осенью под основную обработку почвы в дозах рекомендуемых системой удобрения культур в севооборотах для данной почвенно-климатической зоны (до 2,4 ц/га). В первоначальный период, когда корневая система ещё слабо развита, необходимо иметь в почве доступные питательные вещества в непосредственной близости к прорастающему семени. Поэтому целесообразно вносить ЖКУ в рядки при посеве в дозе N 6 P 20.

3.5. Овощные культуры и картофель

Система удобрения овощных культур строится с учетом биологических особенностей растений, потребления ими питательных веществ по фазам роста и развития и уровня особенности почв питательными веществами.

ЖКУ под овощные культуры вносят осенью под зяблевую вспашку в дозах, рекомендуемых для твердых фосфорсодержащих удобрений.

Эффективно внесение ЖКУ в подкормки с поливной водой в дозе 50 л/га (70 кг/га), объем воды 100 м³ /га. Применение ЖКУ повышает урожайность, улучшает качественные характеристики продукции.

Литература

1. Колесникова В.А., Марченко Л.А., Мочкова Т.В. Состояние и перспективы применения жидких минеральных удобрений // Сельскохозяйственные машины и технологии .-№ 3(4), 2008.- С 38-40.
2. Комплексные удобрения. Справочное пособие. под ред. Минеева В.Г..- Агропромиздат: Москва, 1986.- 252 с.
3. Марченко Л.А., Мочкова Т.В., Л.А., Колесникова В.А., Козлова А.И. Состояние производства и применения жидких минеральных удобрений в сельском хозяйстве // Сельскохозяйственные машины и технологии .-№ 6, 2015.-С 36-40.
4. Минеев В.Г. Агрохимия.-Из-во МГУ: Москва, 2004.- 719 с.
5. Носов В.В. Эффективность использования жидких комплексных удобрений, содержащих полифосфаты аммония // Питание растений .-№ 1, 2016.- С 11-16.
6. Сергеев К. ЖКУ: особенности использования в сельхозпроизводстве //Ресурсосберегающее земледелие .-№ 1 (17), 2013.- С 40-43.