ISSN pr. 2412–608X, ISSN on. 2498
Масличные культуры.
Вып. 2 (182), 2020

Общее земледелие, растениеводство

УДК 633.854.78:631.812.2

DOI: 10.25230/2412–608X–2020–2–182–51–61

Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник на чернозёмах Краснодарского края

Н.М. Тишков,
доктор сельскохозяйственных наук
Г.И. Ерёмин,
кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 254-13-59, 8-918-410-79-45
E-mail: agrohim@vniimk.ru

Для цитирования: *Тишков Н.М., Ерёмин Г.И.* Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник на чернозёмах Краснодарского края // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 51–61.

Ключевые слова: жидкие комплексные удобрения, способ внесения, чернозём, подсолнечник, урожайность, качество урожая.

В 1984–1987 гг. на чернозёме выщелоченном Краснодарского края изучена эффективность применения жидких комплексных удобрений (ЖКУ) марки 10–34–0 при возделывании подсолнечника. В результате проведённых исследований в лабораторных, вегетационных и полевых опытах выявлено, что жидкие комплексные удобрения способствуют созданию более благоприятного фосфорного режима в почве по сравнению с сухими удобрениями. Жидкие комплексные удобрения при внесении их вместе с семенами подсолнечника в дозах свыше $N_{40}P_{60}$ с азотным компонентом отрицательно влияют на их всхожесть. Наиболее сильно угнетающее действие на всхожесть семян проявляется при использовании аммиачной селитры. Плав аммиачной селитры с карбамидом обладал менее выраженным угнетающим действием, а минимальное воздействие на всхожесть семян выявлено при использовании карбамида. С агрономической точки зрения, лучшим азотным компонентом для выравнивания соотношения N : P до оптимального (1 : 1,5) установлен плав аммиачной селитры с карбамидом. Жидкие комплексные удобрения с выравниванием дозы до $N_{40}P_{60}$ эффективно вносить осенью под вспашку зяби или весной при посеве лентами на глубину 8–10 см и в сторону от семян на 2 см, такие дозы обеспечивают повышение урожайности до 0,21–0,33 т/га в сравнении с неудобренным контролем. Внесение ЖКУ, как и сухих удобрений, весной под культивацию зяби нецелесообразно вследствие низкой позиционной доступности из них элементов питания, особенно фосфора, для растений. Подкормка растений жидкими комплексными удобрениями эффективна только по результатам растительной диагностики, свидетельствующей о дефиците фосфора в растениях, в фазе образования 2–3 пар настоящих листьев. При внесении ЖКУ и сухих удобрений в дозе $N_{40}P_{60}$ масличность семян снижается на 0,5–1,7 %, однако за счёт более высокой урожайности удобренных растений сбор масла при использовании ЖКУ выше, чем в контроле без удобрений.

UDC 633.854.78:631.812.2

Efficiency of application of liquid complex fertilizers under sunflower on black soil of the Krasnodar region.

N.M. Tishkov, doctor of agriculture
G.I. Eryomin, PhD in agriculture
V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 254-13-59, 8-918-410-79-45
E-mail: agrohim@vniimk.ru

Key words: liquid complex fertilizers, application method, black soil, sunflower, yield, yield quality.

We studied efficiency of application of liquid complex fertilizers (mark 10-34-0) under sunflower on leached black soil of the Krasnodar region in 1984–1987. The researches were conducted in laboratory and fields of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (Krasnodar). Obtained results showed liquid complex fertilizers causes more favorable phosphorus regime in soil compering to application of dry fertilizers. Liquid complex fertilizers in doses more than $N_{40}P_{60}$ containing nitrogen, applied jointly with sunflower seeds during planting, negatively influenced on seeds germinating ability. Usage of ammonia nitrate had the strongest negative effect on seeds germination. Mixture of ammonia nitrate and carbamide influence less and the lowest effect on seeds germination application only carbamide showed. Due to agronomist opinion, a mixture of ammonia nitrate and carbamide appeared to be the best nitrogen component to level N : P rate till optimal (1 : 1.5). Usage of liquid complex fertilizers in a dose $N_{40}P_{60}$ is the most effective when applied in autumn under plowing or in spring, at strip sowing to the depth 8–10 cm and away from seeds on 2 cm. This method provided yield increase up to 0.21–0.33 t

per ha compared to the control without fertilizers. Application of liquid complex fertilizers, and dry fertilizers, in spring, under cultivation of autumn plowing is unreasonable due to low availability of nutrients, especially phosphorus, for plants. Foliar plant fertilizing with liquid complex fertilizers can be effective only after plants diagnostics and observations certifying deficiency of phosphorus in plants, in a phase of 2–3 true leaves formation. Application of liquid complex and dry fertilizers in dose $N_{40}P_{60}$ decrease oil content in seeds by 0.5–1.7%, however, the higher seed yield under liquid complex fertilizers promotes the higher oil yields compering to the control without fertilizers application.

Введение. Правильное использование минеральных удобрений под подсолнечник позволяет значительно, до 0,4 т/га и больше, повысить его урожайность. Исследования ВНИИ масличных культур показали близкую агрономическую эффективность применения видов и форм простых и комплексных удобрений. Эффективность применения жидких комплексных удобрений (ЖКУ) на основных сельскохозяйственных культурах в Краснодарском крае стали изучать в 70-е годы прошлого столетия, когда их начали шмроко применять после введения в строй Краснодарского химического комбината (г. Белореченск), выпускающего эти удобрения.

Главной особенностью ЖКУ марки 10–34–0 является наличие в них около 50 % ортоформы, 45–48 пироформы, 2–5 % триполиформы [1, с. 17]. Специфические свойства конденсированных фосфатов определяются их полимерной структурой и имеют важное значение в минеральном питании растений [2]. В почве полифосфаты подвергаются не только химическому, но и ферментативному воздействию корневой системы растений и почвенной микрофлоры [2; 3; 4].

О скорости протекания процессов гидролиза в почве обычно судят по количеству образовавшихся в результате гидролиза ортофосфатов. Фосфор ортоформы, образующейся при гидролизе полифосфатов, почвой поглощается в меньшей степени, чем фосфор ортофосфатов алюминия. Полагают, что в почве полифосфаты вначале адсорбируются, затем гидролизуются до ортоформы и в этом виде вновь адсорбируются почвой [5; 6; 7; 8].

Установлено, что пирофосфатов почвами адсорбируется значительно больше, чем ортофосфатов, но энергия, с которой они удерживаются, меньше энергии, с которой удерживаются ортофосфаты.

Невысокую прочность адсорбированных полифосфатов связывают с образованием аморфных метастабильных соединений. Нерастворимые же соединения с алюминием, железом, марганцем и другими катионами в почве полифосфаты образуют значительно медленнее, а с кальцием и магнием быстрее, образуя комплексные соединения [9; 10].

Установлено, что с уменьшением размера почвенных частиц поглощение полифосфатов увеличивается [11]. Скорость осаждения всех видов фосфатов повышается с уменьшением pH [12].

Выявлено лучшее действие полифосфатов на карбонатных почвах (серозёмы, чернозёмы обыкновенные) и равноценное с ортофосфатами действие на дерново-подзолистых почвах и чернозёмах выщелоченных.

Для каждой почвенной разности характер превращения конденсированных фосфатов специфичен [2; 13; 14; 15]. На чернозёмах химизм этих процессов изучен недостаточно вследствие сложности химических и физико-химических процессов в этих почвах.

Проведённые на чернозёмах исследования показали, что гидролиз полифосфатов в них в основном заканчивается через 20–40 суток [16]. Условия фосфорного питания растений при внесении орто- и полиформ фосфора на чернозёмной почве оказались равноценными, конденсированные фосфаты создают в чернозёме одинаковый с ортофосфатами запас растворимого фосфора [17].

Высокая агрономическая эффективность жидких комплексных удобрений доказана их применением под озимую пшеницу, сахарную свёклу [1; 18; 19]. Они обеспечивали равную или даже большую прибавку урожая в сравнении с обычными сухими удобрениями.

Действие ЖКУ при внесении под подсолнечник в этот период было изучено недостаточно. Исследования, проведённые во ВНИИМКе, показали довольно высокую отзывчивость подсолнечника на внесение жидкого комплексного удобрения [20; 21; 22].

Материалы и методы. Исследования проводили в 1984–1987 гг. в научном севообороте на центральной экспериментальной базе Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур (ВНИИМК), расположенной в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края.

Почва представлена чернозёмом выщелоченным слабогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым. В слое 0–20 см чернозём выщелоченный имеет близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора. В почве содержатся значительные количества валовых форм элементов питания: азота – 0,25–0,35 %, фосфора – 0,17–0,22 и калия – 1,7–2,2 %. При довольно высоком содержании валового фосфора чернозёмы выщелоченные в то же время характеризуются невысоким содержанием его доступных форм. При этом значительная часть фосфатов (42–47 %) представлена органическими формами, а из минеральных преобладают фосфаты алюминия и железа [23].

Агрохимическая характеристика пахотного слоя (0–20 см) чернозёма выщелоченного на опытных участках в годы исследований была следующей: содержание гумуса – 3,7–4,0 %, обменная кислотность (pH_{KCl}) – 6,2–6,5, гидролитическая кислотность – 4,5–5,5 мг-экв./100 г почвы, сумма поглощённых оснований – 31–33 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 85–88 %, содержание подвижного фосфора – 20,1–23,4 мг/100 г почвы, обменного калия 24,2–27,6, нитратного азота – 14,8–16,4, аммонийного азота 10,3–12,5 мг/кг почвы.

Исследования проводили полевым, вегетационным и лабораторным методами. В полевых опытах использовали сорт подсолнечника Передовик улучшенный, который высевали с нормой высева семян, обеспечивающей получение густоты стояния растений к уборке 45–50 тыс. шт./га. Агротехника в опытах в годы исследований включала 2-кратное лущение стерни после уборки озимой пшеницы, зяблевую вспашку в октябре на глубину 20–22 см, раннюю культивацию весной для выравнивания зяби на глубину 8–10 см, предпосевную культивацию с одновременным внесением гербицида Трефлан на глубину 6–8 см, одну–две междурядные культивации.

В полевых опытах площадь делянки составляла 84,0 м^2 (4,2 м × 20,0 м), учётная площадь – 56,0 м^2 (2,8 м × 20,0 м). Повторность 4-кратная. Из-за отсутствия соответствующей техники для локального внесения ЖКУ одновременно с посевом подсолнечника в отделе механизации ВНИИ масличных культур был сконструирован и изготовлен специальный агрегат на базе сеялки СПЧ-6 и опрыскивателя ПОУ. Подкормочные трубки с распылителями на конце устанавливали на туковые сошники перед посевной секцией сеялки таким образом, чтобы ЖКУ вносилось на 2 см сбоку рядка и на 1–2 см глубже заделки семян. Опрыскиватель ПОУ навешивался на трактор. Такой агрегат позволял при посеве вносить ЖКУ одной лентой.

Полевые опыты сопровождали фенологическими наблюдениями, биометрическими учётами, агрохимическими и биохимическими исследованиями.

В почвенных образцах определяли: содержание гумуса по методу Тюрина в модификации Симакова, pH_{KCl} – потенциометрическим методом, гидролитическую кислотность – по методу Каппена, сумму поглощённых оснований – по методу Каппена-Гильковица, содержание валовых форм азота, фосфора и калия после озоления – по методу Гинзбург и др., нитратного азота – по методу Грандваль-Ляжу, аммонийного азота – с реактивом Несслера, подвижного фосфора в вытяжке – по методу Чирикова, обменного ка-

лия в вытяжке – по методу Масловой [24].

В растительных образцах после озоления по методу Гинзбург и др. определяли общий азот с реактивом Несслера, фосфор – по методу Дениже в модификации Труога-Мейера, калий – на пламенном фотометре [25].

Лабораторный опыт по изучению динамики фракционного состава фосфатов почвы в зависимости от формы вносимого удобрения проводили в стеклянных стаканах объёмом 500 $см^3$. Фосфор вносили в виде жидкого комплексного удобрения (ЖКУ) и монокальцийфосфата. Почва инкубировалась при температуре 25 °С и влажности 60 % от полной влагоёмкости (ПВ). Фракционирование почвенных фосфатов проводили по методу Чанга-Джексона в модификации Аскинази, Гинзбург, Лебедевой [24].

Вегетационные опыты по изучению влияния ЖКУ на всхожесть семян подсолнечника проводили в ящиках с почвой размером 60 × 40 × 15 см, по 100 семян в каждом ящике, в 4-кратной повторности; на активность почвенной микрофлоры – в вегетационных сосудах с массой почвы 5 кг при температуре 25 °С и влажности почвы 60 % от ПВ. В лаборатории микробиологии ВНИИМК определяли следующие группы микроорганизмов: 1) бактерии (аммонифицирующие, нитрифицирующие, использующие минеральный азот, расщепляющие органические фосфаты, растворяющие минеральные фосфаты); 2) актиномицеты; 3) микроскопические грибы.

Уборку урожая проводили срезанием корзинок с учётной площади делянок вручную с последующим обмолотом корзинок на молотилке МСУ-1. После обмолота отбирали с каждой делянки опыта пробы семян для определения их влажности, сорности, масличности. Масличность определяли методом ядерного магнитного резонанса на ЯМР-анализаторе. Математическую оценку полученных экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа [26].

Результаты и обсуждение. Погодные условия в годы исследований в целом были благоприятными для роста и развития подсолнечника и способствовали получению его высокой урожайности.

В минеральном питании подсолнечника фосфор играет важную роль, а эффективность применения фосфорных удобрений зависит от характера химических процессов превращения их в почве. На поглощение фосфора почвами оказывают влияние тип почвы, реакция среды, влажность и минералогический состав почвы, наличие полуторных окислов и обменного кальция, состав почвенного поглощающего комплекса, содержание органического вещества и микробиологическая деятельность почвы.

Изучение фракционного состава почвенных фосфатов в чернозёмах выщелоченных по методу Чанга–Джексона показало преобладание фосфатов кальция, значительно меньше было фосфатов алюминия и железа и небольшое количество рыхлосвязанных фосфатов [28].

С целью изучения распределения фосфатов ЖКУ по фракциям в результате взаимодействия ЖКУ с почвой был проведен лабораторный опыт. В качестве фосфорного удобрения использован водорастворимый монокальцийфосфат $Ca(H_2PO_4)_2$. Удобрения вносили из расчёта 180 мг P_2O_5 на 100 г почвы.

В контроле исходное распределение фосфатов по фракциям было типичным для чернозёма выщелоченного и не изменялось в течение всего периода проведения опыта – 60 суток.

В первые 20 суток количество рыхлосвязанных фосфатов в почве при внесении $Ca(H_2PO_4)_2$ было выше, чем при внесении ЖКУ, – соответственно 20,1 и 18,1 мг/100 г почвы. Затем, через 40 суток взаимодействия, количество фосфатов этой группы в почве увеличивалось до 20,9 и 25,7 мг/100 г соответственно, что объясняется завершением процесса гидролиза полифосфатов. Через 60 суток количество рыхлосвязанных фосфатов при

внесении ЖКУ уменьшается с 25,7 до 19,2 мг/100 г, а при внесении $Ca(H_2PO_4)_2$ – с 20,9 до 16,0 мг/100 г.

С увеличением времени компостирования наблюдается возрастание количества фосфатов алюминия (Al-фосфатов). Заметных различий между внесением ЖКУ и $Ca(H_2PO_4)_2$ не отмечено. К концу опыта (через 60 суток) их было, соответственно форме удобрения, 20,9 и 20,6 мг/100 г почвы.

Максимальное количество в почве фосфатов железа (Fe-фосфаты) отмечено на 40-е сутки компостирования (13,1–13,8 мг/100 г), а затем наблюдается резкое снижение через 60 суток – до 7,5–7,8 мг/100 г.

Динамика содержания в почве фосфатов кальция различна при внесении ЖКУ и $Ca(H_2PO_4)_2$. При внесении $Ca(H_2PO_4)_2$ с увеличением времени компостирования содержание Ca-фосфатов через 60 суток возрастает до 109,3 мг/100 г почвы. При внесении же ЖКУ количество фосфатов кальция достигает максимума через 20 суток компостирования (119,0 мг/100 г почвы) и снижается до 102,2 мг/100 г почвы через 60 суток. Следует отметить, что в начале взаимодействия кальций в большей степени фиксирует фосфор ЖКУ, чем $Ca(H_2PO_4)_2$. Такая избирательная фиксация полифосфатов кальция создаёт дополнительный запас подвижных форм фосфора в почве.

Исследованиями, проведёнными ранее во ВНИИ масличных культур [27], установлена слабая усвояемость подсолнечником фосфора из фосфатов железа и фосфатов кальция. Наши результаты показывают, что количество указанных фракций минеральных фосфатов в чернозёме выщелоченном как при внесении ЖКУ, так и при использовании сухого фосфорного удобрения $Ca(H_2PO_4)_2$, было примерно одинаковым.

Для изучения влияния ЖКУ и сухих удобрений в равных количествах по азоту и фосфору ($N_{40}P_{60}$) на некоторые показатели биологической активности чернозёма выщелоченного проведены вегетационные опыты без растений. В качестве азотного компонента в ЖКУ использовали «плав» – раствор аммиачной селитры и карбамида (NH_4NO_3*$CO(NH_2)_2$*$2H_2O$), содержащий 28 % азота с плотностью раствора 1,26 г/см^3. В качестве сухого удобрения применяли смесь двойного суперфосфата, аммиачной селитры и карбамида.

В результате исследований выявлено, что удобрения активизировали интенсивность «дыхания почвы» на 1,1–1,6 мг CO_2 на сосуд в час уже на 4-е сутки компостирования.

Не выявлено значительного влияния внесённых удобрений на численность бактерий, участвующих в расщеплении органического и растворении минерального фосфора, и микроскопических грибов через 21 сутки компостирования. Вместе с тем удобрения вызывали резкое увеличение количества нитрифицирующих бактерий: с увеличением времени компостирования почвы с удобрениями с 21 до 60 суток количество нитрифицирующих бактерий значительно возрастало. Так, при внесении ЖКУ + плав их было в это время больше на 33 % по сравнению с внесением сухого удобрения и в 2,5 раза – в сравнении с контролем.

Увеличение численности нитрифицирующих бактерий сопровождалось повышением нитрификационной способности чернозёма. При внесении ЖКУ + плав нитрификационная способность почвы увеличивалась относительно внесённых сухих удобрений на 27–41 % в зависимости от продолжительности компостирования.

Таким образом, внесение ЖКУ + плав в дозе $N_{40}P_{60}$ не оказывало значительного влияния на численность микроорганизмов, участвующих в трансформации органического и минерального фосфора, микроскопических грибов, интенсивности «дыхания почвы», но активизировало деятельность нитрифицирующих бактерий, способствовало повышению нитри-

фикационной способности почвы и содержания нитратной формы азота в ней.

Локальное внесение удобрений одновременно с посевом считается одним из наиболее эффективных способов применения удобрений под подсолнечник [29]. Обязательным условием для внесения удобрений локально при посеве подсолнечника является устранение отрицательного влияния высокой концентрации элементов питания, возникающей вокруг очага удобрений, на полевую всхожесть и прорастание семян. Детальное изучение этого влияния при внесении сухих удобрений во ВНИИМК показало, что наибольшее угнетающее действие на всхожесть семян оказывают азотные удобрения в повышенных дозах (N_{40} и больше), особенно аммиачная селитра, а наименьшее влияние выявлено у карбамида. Устранить их негативное действие можно путем создания прослойки почвы между семенами и удобрением не менее 2–4 см в зависимости от дозы и формы азотного компонента [30].

Применительно к жидким комплексным удобрениям этот вопрос ранее широко не изучался. Поэтому в вегетационных опытах изучено влияние доз ЖКУ (N_9P_{30}, $N_{18}P_{60}$ и $N_{36}P_{120}$) и формы азотного компонента на всхожесть семян при посеве их совместно с удобрениями и роль почвенной прослойки для устранения отрицательного влияния удобрений.

В результате проведенных исследований установлено незначительное влияние на всхожесть семян доз ЖКУ N_9P_{30} и $N_{18}P_{60}$ и стабильное снижение всхожести семян при внесении дозы $N_{36}P_{120}$.

Для оптимального соотношения N : P = 1 : 1,5 необходимо подобрать азотный компонент для локального внесения при посеве удобрения в дозе $N_{40}P_{60}$. С этой же целью изучены водные растворы аммиачной селитры, мочевины и плава. Оптимальная доза включала $N_{18}P_{60}$ в составе ЖКУ и N_{22} – одного из перечисленных азотных удобрений.

В опытах наибольшим отрицательным действием на полевую всхожесть семян отличалась аммиачная селитра. При её применении в составе ЖКУ отмечено заметное отставание в появлении всходов на 8–10 % через 12 суток после посева, в отличие от плава и карбамида.

Проведенные опыты показали, что наличие почвенной прослойки между семенами и удобрением является необходимым условием при внесении ЖКУ локально при посеве. Установлено, что почвенная прослойка в 1–2 см практически не влияет на полевую всхожесть семян подсолнечника при внесении $N_{18}P_{60}$ ЖКУ + N_{22} в форме плава. Так, на 9-е сутки после посева в контроле взошло 93 % растений, при внесении ЖКУ + плав – 83–85 %, а на 10-е сутки показатели сравнялись.

Изучение влияния внесения ЖКУ и сухих удобрений в дозе $N_{40}P_{60}$ на накопление воздушно-сухой надземной биомассы растениями показало, что максимальное её количество образуется при внесении удобрений под зябь и локально при посеве, наименьшее – под культивацию зяби независимо от формы удобрения.

Выявлено, что к созреванию содержание элементов питания в пропорциональной пробе вегетативных частей растений (стебель, листья, корзинка без семян) составило: азота – 1,0–1,3 %, фосфора – 0,3–0,4 %, калия –3,9–4,2 % и мало зависело от срока и способа внесения удобрений. В семенах подсолнечника содержание элементов питания составило 2,4–2,6 % азота, 1,0–1,2 % фосфора и 0,7–0,9 % калия. Самое высокое содержание азота (2,6 %) и фосфора (1,2 %) в семенах отмечено при внесении удобрений при посеве.

В фазе созревания растения накопили 107,3–109,9 и 128,2–129,0 кг/га азота, 29,3–30,0 и 39,4–39,7 кг/га фосфора, 390,0–409,6 и 404,3–416,6 кг/га калия соответственно внесению $N_{40}P_{60}$ под зябь и при посеве. В указанную фазу от внесения $N_{40}P_{60}$ при посеве потребление элементов питания было выше: по азоту – на 18,4 %, по фосфору – на 33,3 % и по калию – на 2,7 % по сравнению с применением удобрений под основную обработку почвы.

Применение ЖКУ + плав при посеве подсолнечника в сравнении с внесением под зябь способствовало увеличению по-

требления азота на 19,1 кг/га (17,4 %), фосфора – на 9,7 кг/га (32,3 %) и калия – на 7,0 кг/га (1,7 %).

Внесение ЖКУ + плав в подкормку растений при образовании 3-х пар настоящих листьев обеспечивало большее потребление азота, чем внесение под культивацию зяби, на 19,6 кг/га (18,7 %), фосфора было поглощено равное количество – 28,7 и 28,6 кг/га, а калия – меньше на 8,0 кг/га (2,1 %).

По сравнению с контролем от внесения ЖКУ + плав при посеве вынос возрастал: азота – на 36,2 кг/га (39,0 %), фосфора – на 11,9 кг/га (42,8 %) и калия – на 54,7 кг/га (15,1 %).

На чернозёме выщелоченном были проведены исследования по изучению влияния ЖКУ с различными формами азотного компонента (плав, водные растворы аммиачной селитры и карбамида) в дозе $N_{40}P_{60}$ в сравнении с базовой дозой ЖКУ и эквивалентной дозой смеси аммиачной селитры + карбамида и двойного суперфосфата при внесении удобрений локально при посеве (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность подсолнечника в зависимости от формы азотного компонента в ЖКУ

Вариант	Урожайность (т/га) по годам				Прибавка урожая от удобрения, т/га
	1985	1986	1987	среднее	
Контроль – без удобрения	3,55	3,25	3,20	3,33	0
$N_{18}P_{60}$	3,64	3,28	3,30	3,41	0,08
$N_{18}P_{60}$ ЖКУ	3,74	3,29	3,31	3,45	0,12
$N_{18}P_{60}$ ЖКУ + N_{22} аммиачная селитра	3,80	3,46	3,43	3,56	0,23
$N_{18}P_{60}$ ЖКУ + N_{22} карбамид	3,80	3,54	3,46	3,60	0,37
$N_{18}P_{60}$ ЖКУ + N_{22} плав	3,81	3,54	3,58	3,64	0,31
$НСР_{05}$ вариантов	0,19	0,18	0,17	0,09	

Выявлено, что внесение одного базового раствора ЖКУ ($N_{18}P_{60}$) и эквивалентной дозы сухих удобрений способствовало повышению урожайности подсолнечника на 0,08–0,12 т/га (2,4–3,6 %). При включении в дозу ЖКУ $N_{18}P_{60}$ азотного компонента в дозе N_{22} до $N_{40}P_{60}$ урожайность возрастала в сравнении с контролем на 0,23–0,31 т/га (6,9–9,3 %). Самая высокая урожайность достигнута при внесении ЖКУ с плавом – 3,64 т/га. Достоверные прибавки урожая семян получены при внесении ЖКУ с аммиачной селитрой, карбамидом и плавом во все годы исследований: в 1985 г. – 0,25–0,26 т/га, в 1986 г. – 0,21–0,29 т/га и в 1987 г. – 0,23–0,38 т/га. В сравнении с дозой ЖКУ $N_{18}P_{60}$ внесение $N_{40}P_{60}$ с изучаемыми формами азотного компонента обеспечивало получение достоверных прибавок урожая, составивших 0,11–0,19 т/га.

Таким образом, применение смеси ЖКУ с азотным компонентом в дозе $N_{40}P_{60}$ на фоне высокой урожайности подсолнечника в контроле (3,20–3,55 т/га) обеспечивает получение дополнительно от 0,23 до 0,31 т/га семян.

Разработанные и научно обоснованные приёмы внесения сухих удобрений локально при посеве достаточно широко применяются в практике, но аналогичный прием с применением ЖКУ ограничивается недостатком машин для его осуществления, хотя высокая эффективность его внесения показана в исследованиях со многими сельскохозяйственными культурами [13; 15; 20; 21].

Нашими исследованиями установлено, что при внесении ЖКУ с плавом и сухих удобрений в дозах $N_{40}P_{60}$ и $N_{20}P_{30}$ локально при посеве подсолнечника урожайность составляла 3,54–3,59 т/га от дозы $N_{20}P_{30}$ и 3,60–3,66 т/га – от $N_{40}P_{60}$ (табл. 2). Разница в действии форм и доз удобрений была несущественной: прибавка урожая от внесения $N_{40}P_{60}$ превышала действие $N_{20}P_{30}$ всего на 0,06–0,07 т/га. При внесении изучаемых форм удобрений в дозе $N_{40}P_{60}$ под вспашку зяби получена близкая урожайность – 3,55–3,57 т/га.

Внесение удобрений в подкормку растений в фазе образования 2–3 пар настоящих листьев оказывало положительное влияние на величину урожайности. Однако прибавки урожая от внесения удобрений в подкормку (0,10–0,15 т/га)

были гораздо ниже по сравнению с внесением удобрений при посеве (0,24–0,36 т/га) и под основную обработку почвы (0,25–0,27 т/га).

Самая низкая урожайность получена при внесении удобрений весной под культивацию зяби. В этом случае максимальная урожайность (3,45 т/га), превысившая урожайность в контроле на 0,15 т/га (4,5 %), достигнута при внесении $N_{40}P_{60}$ в форме ЖКУ + плав. При таком способе применения сухих удобрений прибавки урожая к контролю составили всего 0,06–0,07 т/га.

Таблица 2

Урожайность подсолнечника в зависимости от сроков, доз и способов внесения удобрений

Вариант	Урожайность (т/га) по годам				Прибавка урожая от удобрений, т/га
	1985	1986	1987	среднее	
Контроль – без удобрений	3,52	3,42	2,96	3,30	0
$N_{40}P_{60}$ под зябь	3,84	3,61	3,19	3,55	0,25
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав под зябь	3,89	3,63	3,18	3,57	0,27
$N_{40}P_{60}$ под культивацию зяби	3,55	3,53	3,03	3,37	0,07
$N_{20}P_{30}$ под культивацию зяби	3,54	3,51	3,03	3,36	0,06
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав под культивацию зяби	3,68	3,57	3,10	3,45	0,15
$N_{20}P_{30}$ ЖКУ + плав под культивацию зяби	3,58	3,54	3,05	3,39	0,09
$N_{40}P_{60}$ при посеве	3,93	3,68	3,20	3,60	0,30
$N_{20}P_{30}$ при посеве	3,79	3,65	3,18	3,54	0,24
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав при посеве	3,99	3,69	3,29	3,66	0,36
$N_{20}P_{30}$ ЖКУ + плав при посеве	3,83	3,71	3,24	3,59	0,29
$N_{40}P_{60}$ в подкормку	3,68	3,54	3,13	3,45	0,15
$N_{20}P_{30}$ в подкормку	3,59	3,56	3,06	3,40	0,10
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав в подкормку	3,71	3,59	3,09	3,46	0,16
$N_{20}P_{30}$ ЖКУ + плав в подкормку	3,72	3,54	3,10	3,45	0,15
$НСР_{05}$ вариантов	0,20	0,19	0,19	0,08	

Таким образом, самая высокая урожайность подсолнечника формируется при внесении жидких или сухих удобрений локально при посеве в дозе $N_{40}P_{60}$, которая обеспечивает прибавки урожая семян 0,30–0,36 т/га (9,1–10,9 %). Внесение локально при посеве удобрений в дозе $N_{20}P_{30}$ дает такиеже прибавки урожая (0,24–0,29 т/га), как и применение $N_{40}P_{60}$ под вспашку зяби (0,25–0,27 т/га).

Жидкие и сухие удобрения, внесённые под вспашку зяби, локально при посеве подсолнечника, весной под культвацию зяби и в подкормку растений при образовании 2–3 пар настоящих листьев, снижали содержание масла в семенах на 0,1–0,8 % и повышали содержание протеина до 0,6–1,1 % в зависимости от дозы, формы, срока и способа внесения удобрений (табл. 3).

Таблица 3

Содержание и сбор масла и протеина в зависимости от сроков и способов применения ЖКУ и сухих удобрений

ВНИИМК, среднее за 1985–1987 гг.

Вариант	Содержание в семенах, %		Сбор, кг/га	
	масла	протеина	масла	протеина
Контроль – без удобрений	54,0	13,2	1568	363
$N_{40}P_{60}$ под зябь	53,4	13,8	1668	431
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав под зябь	53,9	13,8	1684	434
$N_{40}P_{60}$ под культивацию зяби	53,4	13,2	1584	391
$N_{20}P_{30}$ под культивацию зяби	53,8	13,2	1591	390
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав под культивацию зяби	53,9	13,8	1636	419
$N_{20}P_{30}$ ЖКУ + плав под культивацию зяби	54,0	13,2	1611	394
$N_{40}P_{60}$ при посеве	53,2	14,3	1685	453
$N_{20}P_{30}$ при посеве	53,8	13,8	1676	430
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав при посеве	53,4	14,3	1720	451
$N_{20}P_{30}$ ЖКУ + плав при посеве	53,5	13,8	1690	436
$N_{40}P_{60}$ в подкормку	53,6	13,5	1627	410
$N_{20}P_{30}$ в подкормку	53,8	13,4	1610	401
$N_{40}P_{60}$ ЖКУ + плав в подкормку	53,4	13,7	1626	417
$N_{20}P_{30}$ ЖКУ + плав в подкормку	53,5	13,6	1624	413
$НСР_{05}$ вариантов			82	33

Самые высокие сборы масла (1676–1720 кг/га) и протеина (430–453 кг/га) достигнуты при внесении ЖКУ + плав и сухих удобрений локально при посеве. Прибавки сбора масла составили 108–152 кг/га и сбора протеина 47–70 кг/га в сравнении с контролем. Различия в действии жидких и сухих удобрений, а также доз внесения $N_{40}P_{60}$ или $N_{20}P_{30}$ были несущественными.

Близкие по величине показатели сбора масла и протеина получены при внесении $N_{40}P_{60}$ под зябь и локально при посеве:

1668–1685 кг/га масла, 431–453 кг/га протеина соответственно.

Следует отметить, что от применения ЖКУ + плав по сравнению с сухими удобрениями сбор масла был выше при всех изучаемых способах внесения: при посеве – на 14–35 кг/га, внесении под зябь – на 16 кг/га, под культивацию зяби – на 20–52 кг/га, в подкормку – на 14 кг/га; сбор белка соответственно на 6; 3; 4–28; 7–12 кг/га.

Выводы. 1. Использование жидких комплексных удобрений (ЖКУ) марки 10-34-0 расширяет ассортимент высокоэффективных комплексных удобрений для применения при возделывании подсолнечника. На чернозёмах выщелоченных ЖКУ, за счет наличия в составе полифосфатов, создают более благоприятный фосфорный режим, чем при внесении сухих удобрений в форме двойного суперфосфата.

2. Внесённые в почву сухие и жидкие удобрения в дозе $N_{40}P_{60}$ не оказывали значительного влияния на интенсивность «дыхания почвы», численность бактерий, растворяющих минеральные и расщепляющих органические фосфаты, микроскопических грибов, но вызывали резкое увеличение количества нитрифицирующих бактерий (на 35 %) и усиление нитрификационной способности (на 41 %).

3. Жидкое комплексное удобрение в дозах N_9P_{30} и $N_{18}P_{60}$ при внесении вместе с семенами не снижало всхожесть подсолнечника. Использование в дозе $N_{40}P_{60}$ азотного компонента в форме карбамида или плава задерживало появление всходов на 2-е суток, а в форме аммиачной селитры снижало всхожесть на 11 %. Для предотвращения отрицательного влияния удобрений на всхожесть семян подсолнечника необходимо создание почвенной прослойки между очагом удобрений (ЖКУ + плав и ЖКУ + карбамид) и семенами не менее 1–2 см.

4. В фазе созревания от внесения удобрений при посеве растения поглотили больше, чем под вспашку зяби, азота на 18,4 %, фосфора – на 33,3 % и калия – на 2,7 %. Применение ЖКУ + плав при посеве, в сравнении с внесением под зябь, способствовало увеличению потребления азота на 19,1 кг/га, фосфора – на 9,7 кг/га и калия – на 7,0 кг/га.

5. Внесение ЖКУ + плав в дозе $N_{40}P_{60}$ при посеве подсолнечника в фазе созревания надземной биомассой (стебли, листья, корзинки без семян) вынесено в среднем азота 129,0 кг/га, фосфора – 39,7, калия – 416,6 кг/га, при внесении удобрения под зябь вынос был меньше: азота – 109,9 кг/га, фосфора – 30,0, калия – 409,6 кг/га.

По сравнению с контролем от внесения ЖКУ + плав при посеве возрастал вынос азота на 36,2 кг/га, фосфора – на 11,9 кг/га и калия – на 4,7 кг/га.

6. Внесение ЖКУ в дозе и сухих удобрений локально при посеве $N_{18}P_{60}$ способствовало повышению урожайности подсолнечника в сравнении с контролем на 0,08–0,12 т/га. При дополнительном включении в состав ЖКУ N_{22} в форме плава, растворов карбамида и аммиачной селитры (доза $N_{40}P_{60}$) урожайность возрастала на 0,23–0,31 т/га. Самая высокая урожайность достигнута при внесении ЖКУ с плавом – 3,64 т/га.

7. Самая высокая урожайность получена при внесении удобрений локально при посеве в дозе $N_{40}P_{60}$ (3,60–3,66 т/га) и в дозе $N_{20}P_{30}$ (3,54–3,59 т/га), а также под вспашку зяби в дозе $N_{40}P_{60}$ (3,55–3,57 т/га).

Внесение удобрений в подкормку растений повышало урожайность на 0,10–0,16 т/га по сравнению с контролем. Однако эти прибавки урожая были ниже, чем при внесении удобрений при посеве (0,24–0,36 т/га) и под вспашку зяби (0,25–0,27 т/га). Низкая урожайность получена при внесении удобрений весной под культивацию зяби. Внесение ЖКУ + плав в дозе $N_{40}P_{60}$ способствовало повышению урожайности на 0,08 т/га в сравнении с внесением $N_{40}P_{60}$ в виде сухих удобрений.

8. Жидкие и сухие удобрения, внесённые в дозах $N_{40}P_{60}$ и $N_{20}P_{30}$ под вспашку зяби, весной под культивации зяби, локально при посеве и в подкормку растений, снижали содержание масла на 0,1–0,8 % и повышали содержание протеина до 0,6–1,1 %.

9. Максимальные сборы масла (1676–1720 кг/га) и протеина (430-453 кг/га)

достигнуты при внесении ЖКУ + плав и сухих удобрений локально при посеве. В сравнении с контролем прибавки составили: сбора масла – 108–152 кг/га и сбора протеина – 47–70 кг/га. Существенных различий в действии жидких и сухих удобрений и доз $N_{40}P_{60}$ и $N_{20}P_{30}$ не выявлено. Близкие по величине показатели получены при внесении удобрений под зябь: сбор масла составлял 1668–1684 кг/га, сбор белка – 431–434 кг/га.

От внесения удобрений под культивацию зяби и в подкормку при образовании 2–3 пар настоящих листьев прибавки сбора масла и протеина к контролю были незначительными – соответственно 16–59 и 7–34 кг/га.

Список литературы

1. *Янишевский Ф.В.* Агрохимия жидких комплексных удобрений. – М.: Наука, 1978. – 208 с.

2. *Павлюченко М.М., Терентьев В.М., Продан Е.А.* [и др.]. Полифосфаты и минеральное питание растений. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 11–56, 149–162.

3. *Балабайко В.Ф., Займенко Н.В., Марчук И.У.* Влияние ЖКУ на содержание биогенных элементов в почве // Тезисы докладов II съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. – Харьков, 1986. – С. 24–26.

4. *Сургучева М.П.* О накоплении пирофосфата натрия и полифосфата калия в свободном пространстве корней ячменя // Физиология растений. – 1975. – Т. 22. – Вып. 1. – С. 196–198.

5. *Карцева Л.Н.* Эффективность поли-, пиро- и метафосфатов на разных почва // Агрохимия. – 1969. – № 9. – С. 13–19.

6. *Аверкина Т.М.* О гидролизе полифосфатов и ультрафосфатов аммония // Основные вопросы агрохимии и почвоведения. Институт агрохимии и почвоведения АН СССР: рукопись депонирована в ВНИИТИ 11 октября 1977, № 3942 – 77. – С. 15–19.

7. *Hons F.M.*, *Stewarel W.M.*, *Hossner J.R.* Factor interactions and their influence on hydrolysis of condensed phosphates in soils // Soil Sci. – 1986. – Vol. 141. – No 6. – P. 408–416.

8. *Harqett N.L.* Pipe reaction use heaviest in Corn Belf // Solution. – 1986. – Vol. 30. – No 6. – P. 50–59.

9. *Янишевский Ф.В., Фруктова Н.И.* Особенности поглощения фосфора полифосфатов аммония дерново-подзолистыми почвами // Почвоведение. – 1970. – № 9. – С. 93–96.

10. *Hasawnen F.E.*, *Sample E.C.*, *Hashimoto J.* Mobility of phosphorus // Proc. Soil Sci. Soc. Amer. – 1974. – Vol. 38. – No 3. – P. 446–451.

11. *Фруктова Н.И., Кузнецов А.В., Янишевский Ф.В.* Поглощение фосфора из орто- и полифосфатов аммония механическими фракциями почв // Почвоведение. – 1977. – № 5. – С. 60–64.

12. *Янишевский Ф.В., Масленников Б.М., Кожемячко В.А., Ленёва З.Л.* Исследование взаимодействия растворов орто- и пирофосфатов калия и аммония с кальцитом // Агрохимия.– 1976. – № 8. – С. 38–47.

13. *Авакян К.М., Подлесный Н В., Рымарь В.Г., Швыдкая Л.А.* Особенности применения ЖКУ марки 10-34-0 в рисосеянии // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – № 9. – С. 30–32.

14. *Кореньков Д.А., Капцынель Ю.М., Сургучева М.П.* Результаты агрохимических испытаний новых видов и форм минеральных удобрений в странах-членах СЭВ // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1984. – № 2. – С. 44–48.

15. *Платонов Г.В., Сумак Н.Н., Попова М.А., Чмулев В.М.* Эффективность локального способа внесения жидких комплексных удобрений // Химия в сельском хозяйстве. – 1986. – № 5. – С. 35–36.

16. *Прокошева М.А., Крищенко В.П., Янишевский Ф.В., Полякова Г.В.* Эффективность полифосфатов аммония на чернозёме // Агрохимия. – 1974. – № 3. – С. 3–13.

17. *Останин А.И., Неугодова О.В., Боронин Н.К., Сурикова О.Н.* Эффективность конденсированных фосфатов кальция на типичном чернозёме // Агрохимия. – 1986. – № 9. – С. 25–31.

18. *Ачканов А.Я., Хомутов Ю.В., Эйсерт Э.К.* Эффективное применение удобрений на Северном Кавказе. – М.: Россельхозиздат, 1984. – С. 45–92.

19. *Минеев В.Г., Грызлов В.П., Синдяшкина Р.К.* [и др.]. Комплексные удобрения. – М.: Агропромиздат, 1986. – 252 с.

20. *Эйсерт Э.К., Индыченко В.И., Эйсерт Б.Э.* Локальное внесение жидких комплексных удобрений под кукурузу и подсолнечник при посеве // Химия в сельском хозяйстве. – 1980. – № 3. – С. 23–25.

21. *Бобышев М.В.* Урожай и качество семян подсолнечника при применении ЖКУ // Бюл. науч.-тех. инфор. ВНИИМК. – 1987. – Вып. 3. – С. 38–40.

22. *Лукашев А.И., Тишков Н.М., Еремин Г.И., Лукашев А.А.* Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник // Технические культуры. – 1988. – № 5. – С. 9–10.

23. *Симакин А.И.* Удобрение, плодородие почв и урожай. – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1983. – 272 с.

24. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

25. *Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В.* Практикум по агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 128–129.

26. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 207–239.

27. *Косолапова А.И.* О доступности разных форм фосфатов растениям подсолнечника // Агрохимия. – 1974. – № 9. – С. 30–36.

28. *Носов П.В.* Фосфаты в почвах Краснодарского края и применение фосфорных удобрений: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. – Краснодар, 1972. – 48 с.

29. *Лукашев А.И., Тишков Н.М.* Результаты работ по изучению локального способа внесения основного удобрения под подсолнечник // В сб.: Основная обработка почвы и удобрения под мас-

личные культуры: ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1977. – С. 67–80.

30. *Тишков Н.М.* Локальное внесение минеральных удобрений и их влияние на всхожесть и продуктивность подсолнечника // Бюл. науч.-тех. инфор. ВНИИ масличных культур. – 1978. – Вып. 2. – С. 26–31.

References

1. Yanishevskiy F.V. Agrokhimiya zhidkikh kompleksnykh udobreniy. – M.: Nauka, 1978. – 208 s.

2. Pavlyuchenko M.M., Terent'ev V.M., Prodan E.A. [i dr.]. Polifosfaty i mineral'noe pitanie rasteniy. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1978. – S. 11–56, 149–162.

3. Balabayko V.F., Zaymenko N.V., Marchuk I.U. Vliyanie ZhKU na soderzhanie biogennykh elementov v pochve // Tezisy dokladov II s"ezda pochvovedov i agrokhimikov Ukrainskoy SSR. – Khar'kov, 1986. – S. 24–26.

4. Surgucheva M.P. O nakoplenii pirofosfata natriya i polifosfata kaliya v svobodnom prostranstve korney yachmenya // Fiziologiya rasteniy. – 1975. – T. 22. – Vyp. 1. – S. 196–198.

5. Kartseva L.N. Effektivnost' poli-, piro- i metafosfatov na raznykh pochva // Agrokhimiya. – 1969. – № 9. – S. 13–19.

6. Averkina T.M. O gidrolize polifosfatov i ul'trafosfatov ammoniya // Osnovnye voprosy agrokhimii i pochvovedeniya. Institut agrokhimii i pochvovedeniya AN SSSR: rukopis' deponirovana v VNIITI 11 oktyabrya 1977, № 3942 – 77. – S. 15–19.

7. Hons F.M., Stewarel W.M., Hossner J.R. Factor interactions and their influence on hydrolysis of condensed phosphates in soils // Soil Sci. – 1986. – Vol. 141. – No 6. – P. 408–416.

8. Hargett N.L. Pipe reaction use heaviest in Corn Belf // Solution. – 1986. – Vol. 30. – No 6. – P. 50–59.

9. Yanishevskiy F.V., Fruktova N.I. Osobennosti pogloshcheniya fosfora polifosfatov ammoniya dernovo-podzolistymi pochvami // Pochvovedenie. – 1970. – № 9. – S. 93–96.

10. Hasawnen F.E., Sample E.C., Hashimoto J. Mobility of phosphorus // Proc. Soil Sci. Soc. Amer. – 1974. – Vol. 38. – No 3. – P. 446–451.

11. Fruktova N.I., Kuznetsov A.V., Yanishevskiy F.V. Pogloshchenie fosfora iz orto- i polifosfatov ammoniya mekhanicheskimi fraktsiyami pochv // Pochvovedenie. – 1977. – № 5. – S. 60–64.

12. Yanishevskiy F.V., Maslennikov B.M., Kozhemyachko V.A., Leneva Z.L. Issledovanie vzaimodeystviya rastvorov orto- i pirofosfatov kaliya i ammoniya s kal'tsitom // Agrokhimiya.– 1976. – № 8. – S. 38–47.

13. Avakyan K.M., Podlesnyy N V., Rymar' V.G., Shvydkaya L.A. Osobennosti primeneniya ZhKU marki 10-34-0 v risoseyanii // Khimiya v sel'skom khozyaystve. – 1984. – № 9. – S. 30–32.

14. Koren'kov D.A., Kaptsynel' Yu.M., Surgucheva M.P. Rezul'taty agrokhimicheskikh ispytaniy novykh vidov i form mineral'nykh udobreniy v stranakh-chlenakh SEV // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. – 1984. – № 2. – S. 44–48.

15. Platonov G.V., Sumak N.N., Popova M.A., Chmulev V.M. Effektivnost' lokal'nogo sposoba vneseniya zhidkikh kompleksnykh udobreniy // Khimiya v sel'skom khozyaystve. – 1986. – № 5. – S. 35–36.

16. Prokosheva M.A., Krishchenko V.P., Yanishevskiy F.V., Polyakova G.V. Effektivnost' polifosfatov ammoniya na chernozeme // Agrokhimiya. – 1974. – № 3. – S. 3–13.

17. Ostanin A.I., Neugodova O.V., Boronin N.K., Surikova O.N. Effektivnost' kondensirovannykh fosfatov kal'tsiya na tipichnom chernozeme // Agrokhimiya. – 1986. – № 9. – S. 25–31.

18. Achkanov A.Ya., Khomutov Yu.V., Eysert E.K. Effektivnoe primenenie udobreniy na Severnom Kavkaze. – M.: Rossel'khozizdat, 1984. – S. 45–92.

19. Mineev V.G., Gryzlov V.P., Sindyashkina R.K. [i dr.]. Kompleksnye udobreniya. – M.: Agropromizdat, 1986. – 252 s.

20. Eysert E.K., Indychenko V.I., Eysert B.E. Lokal'noe vnesenie zhidkikh kompleksnykh udobreniy pod kukuruzu i podsolnechnik pri poseve // Khimiya v sel'skom khozyaystve. – 1980. – № 3. – S. 23–25.

21. Bobyshev M.V. Urozhay i kachestvo semyan podsolnechnika pri primenenii ZhKU // Byul. nauch.-tekh. infor. VNIIMK. – 1987. – Vyp. 3. – S. 38–40.

22. Lukashev A.I., Tishkov N.M., Eremin G.I., Lukashev A.A. Effektivnost' primeneniya zhidkikh kompleksnykh udobreniy pod podsolnechnik // Tekhnicheskie kul'tury. – 1988. – № 5. – S. 9–10.

23. Simakin A.I. Udobrenie, plodorodie pochv i urozhay. – Krasnodar: Krasnodar. kn. izd-vo, 1983. – 272 s.

24. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv. – M.: Nauka, 1975. – 656 s.

25. Radov A.S., Pustovoy I.V., Korol'kov A.V. Praktikum po agrokhimii. – M.: Agropromizdat, 1985. – S. 128–129.

26. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – S. 207–239.

27. Kosolapova A.I. O dostupnosti raznykh form fosfatov rasteniyam podsolnechnika // Agrokhimiya. – 1974. – № 9. – S. 30–36.

28. Nosov P.V. Fosfaty v pochvakh Krasnodarskogo kraya i primenenie fosfornykh udobreniy: avtoref. dis. … d-ra s.-kh. nauk. – Krasnodar, 1972. – 48 s.

29. Lukashev A.I., Tishkov N.M. Rezul'taty rabot po izucheniyu lokal'nogo sposoba vneseniya osnovnogo udobreniya pod podsolnechnik // V sb.: Osnovnaya obrabotka pochvy i udobreniya pod maslichnye kul'tury: VNII maslichnykh kul'tur. – Krasnodar, 1977. – S. 67–80.

30. Tishkov N.M. Lokal'noe vnesenie mineral'nykh udobreniy i ikh vliyanie na vskhozhest' i produktivnost' podsolnechnika // Byul. nauch.-tekh. infor. VNII maslichnykh kul'tur. – 1978. – Vyp. 2. – S. 26–31.

Получено: 13.07.2018 *Принято:* 27.05.2020
*Received:*13.07.2018 *Accepted:* 27.05.2020