

Научная статья

УДК 631.5

doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-152-158

Совершенствование технологии возделывания подсолнечника с повышением урожайности и качества продукции в засушливых почвенно-климатических условиях

**Владимир Александрович Милютин¹, Владимир Александрович Шахов²,
Нина Константиновна Комарова², Николай Григорьевич Длужецкий³,
Олег Николаевич Длужецкий³**

¹ Самарский ГАУ

² Оренбургский ГАУ

³ ПАО «КуйбышевАзот»

Аннотация. В статье представлены материалы изучения степени эффективности технологии применения жидких минеральных удобрений на базе карбамидно-аммиачной смеси – КАС по сравнению с твёрдыми – аммиачной селитрой при возделывании наиболее маргинальной на сегодняшний день продовольственной культуры – подсолнечника. Проанализированы производственные показатели используемой при этом высокоэффективной техники АО «Евротехника» (г. Самара) немецкой компании AMAZONEN-Werke: разбрасыватель ZA-M 1500, опрыскиватель UR 3000, пропашная сеялка точного высева EDX 9000-TC, сеяльно-удобрительный агрегат FDC-6000 и др. **Обосновано одновременное проведение посева подсолнечника и внесения необходимых удобрений сеяльно-удобрительным агрегатом FDC-6000:** твёрдых – из бункера сеялки, жидких – из ёмкости агрегата FDC. За 3 года исследований (2018–2020 гг.) в засушливых почвенно-климатических условиях наивысшая урожайность и качество подсолнечника (гибрид НК «Фортими», Сингента) были получены в 2020 г., когда была применена инновационная технология с внесением жидких минеральных азотных КАС-32 и азотосеросодержащих удобрений на базе КАС с добавлением серы при использовании шлангов-удлинителей. Новая технология позволила повысить урожайность подсолнечника от 21,2 ц/га до 23,5 ц/га (+10,8 %) при применении жидких минеральных удобрений КАС-32, внесённых однократно опрыскивателем перед посевом. При внесении КАС-32 дробно – перед посевом и во время вегетации – урожайность подсолнечника составила 33,1 ц/га, или прибавка урожайности возросла до 11,9 ц/га (56,1 %), при внесении жидких минеральных удобрений на базе КАС + S – 3,4 ц/га (16,0 %). Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высоком и преимущественном влиянии жидких минеральных удобрений на базе КАС на урожайность подсолнечника.

Ключевые слова: подсолнечник, технологии, удобрения, жидкие, КАС, технические средства.

Для цитирования: Совершенствование технологии возделывания подсолнечника с повышением урожайности и качества продукции в засушливых почвенно-климатических условиях / В.А. Милюткин, В.А. Шахов, Н.Г. Длужецкий [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 152–158. doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-152-158.

Original article

Improving the technology of sunflower cultivation with an increase in yield and product quality in arid soil and climatic conditions

Vladimir A. Milyutin¹, Vladimir A. Shakhov², Nina K. Komarova²,
Nikolai G. Dluzhevsky³, Oleg N. Dluzhevsky³

¹ Orenburg State Agrarian University

² Samara State Agricultural University

³ KuibyshevAzot

Abstract. The article presents materials for studying the degree of efficiency of the technology of using liquid mineral fertilizers based on urea-ammonia mixture – UAN in comparison with solid ones – ammonium nitrate when cultivating the most marginal food crop today – sunflower. The production indicators of the highly efficient equipment of JSC “Eurotehnika” (Samara) of the German company AMAZONEN-Werke were analyzed: the ZA-M 1500 spreader, the UR 3000 sprayer, the EDX 9000-TC precision planter, the FDC-6000 seeder and fertilizer and other. Simultaneous sowing of sunflower and the application of the necessary fertilizers by the seeding and fertilizing unit FDC-6000 was substantiated: solid – from the hopper of the seeder, liquid – from the capacity of the unit FDC. For 3 years of research (2018–2020) in arid soil and climatic conditions, the highest yield and quality of sunflower (a hybrid of the NK Fortimi Syngenta) were obtained in 2020, when an innovative technology was applied with the introduction of liquid mineral nitrogen UAN-32 and nitrogen-sulfur-containing fertilizers based on UAN with the addition of sulfur when using extension hoses. The new technology has increased the yield of sunflower from 21.2 c/ha to 23.5 c/ha (+10.8 %) when using liquid mineral fertilizers UAN-32, applied one-time by a sprayer before sowing. When applying UAN-32 fractionally – before sowing and during the growing season, the sunflower yield was 33.1 c/ha, or the yield increase increased to 11.9 c/ha (56.1 %) , when applying liquid mineral fertilizers based on UAN + S – 3.4 c/ha (16.0 %) The results indicate a sufficiently high and predominant effect of liquid mineral fertilizers based on UAN on the yield of sunflower.

Keywords: sunflower, technologies, fertilizers, liquid, UAN, technical means.

For citation: Improving the technology of sunflower cultivation with an increase in yield and product quality in arid soil and climatic conditions / V.A. Milyutin, V.A. Shakhov, N.G. Dluzhevsky et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 87(1): 152–158. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-152-158.

Уровень развития отраслей аграрной экономики государства определяется обеспечением собственного населения необходимыми продуктами питания в достатке и экспортными мировыми поставками, обеспечивающими страну валютными поступлениями, что становится особенно важно в период непрекращающихся, а даже нарастающих ограничительных санкций по отношению к России по различным направлениям, товарам, продуктам. Только продовольственные товары высокого качества в мире не зависят от «недружественной» политики Запада и Америки. На сегодня РФ при постоянной конкуренции с Украиной лидирует в мире по поставкам зерна пшеницы, маслосемян подсолнечника и растительного масла. В последнее время в структуре российского экспорта масличные культуры стали наиболее значимыми, заметно лидирующими. В январе – июне 2020 г. стоимость экспорта масличных культур и продуктов их переработки, включая растительное масло, жмыхи и шроты, превысила по стоимости экспорт зерна. В регионах России только под подсолнечник отводится более 8 млн га пашни, при урожайности 15,7 ц/га в 2020 г. было собрано 12,8 млн тонн маслосемян. По рейтингу 2019 г. в топ-5 регионов России по посевной площади под подсолнечник вошли: 1 – Саратовская обл. – 15,4 %; 2 – Оренбургская обл. – 11,9 %; Ростовская обл. – 8,4 %; 3 – Алтайский край – 8,4 %; 5 – Самарская обл. – 8,1 %. Однако дальнейшее

развитие отрасли невозможно без повышения урожайности, которая в Ростовской области начинается от 10 ц/га, в Краснодарском крае – от 22 ц/га. По мнению НАПСКиП – Национальной ассоциации производителей семян подсолнечника и кукурузы, низкие показатели урожайности обусловлены упрощением технологии возделывания. В связи с этим в каждом регионе необходимо разрабатывать и внедрять самые современные, высокоэффективные, адаптированные к местным условиям технологии [1–8].

Материал и методы. Анализ распространения подсолнечника по регионам России показывает, что наибольшее его количество эффективно производится в достаточно тёплом климате, с хорошим плодородием почвы и обязательными агрохимическими мероприятиями по защите посевов и внесению удобрений. Однако регионы с высокими температурами при вегетации культуры отличаются недостаточным увлажнением, и известные интенсивные технологии возделывания подсолнечника требуют в соответствии с данным обстоятельством адаптивной корректировки. В частности, при недостаточном почвенном увлажнении естественно и более эффективно переходить от твёрдых минеральных удобрений к жидким, не требующим дополнительной влаги на растворение. В Самарском ГАУ в течение ряда лет (2018–2020 гг.) было проведено исследование совместно с ПАО «КуйбышевАзот», производящим жидкие азотные и азотосеросодержащие

(сера признаётся одним из важнейших и недостающих химических элементов для формирования высоких урожаев и качества сельхозкультур) удобрения на базе КАС. Жидкие карбамидно-аммиачные смеси (КАС) сами по себе имеют значительные преимущества по сравнению с твёрдыми удобрениями, в частности с широко распространённой аммиачной селитрой, с использованием высокоэффективной техники АО «Евротехника» (г. Самара) немецкой компании AMAZONEN-Werke. Исследования проводились на опытных полях Самарского ГАУ, а оценочные наблюдения – в хозяйствах Оренбургской, Саратовской, Волгоградской, Ульяновской и Пензенской областей [1–10].

Варианты опытов:

I – контрольный – аммиачная селитра: внесение под предпосевную культивацию 191 кг/га ф.в. (N65 кг/га д.в.) разбрасывателем ZA-M 1500 (AMAZONE);

II – КАС-32: внесение под предпосевную культивацию 156 л/га (201 кг/га ф.в.) N65 кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными форсунками;

III – КАС-32, дробное внесение: а) сплошное внесение под предпосевную культивацию опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками, 100 л/га (134 кг/га ф.в.), N45 кг/га д.в.; б) подкормка опрыскивателем UR 3000 удлинительными шлангами (рис. 1) в междурядье в фазе звёздочки, 50 л/га (66 кг/га ф.в.), N20 кг/га д.в.;

IV – КАС + S, дополнительное внесение серы: сплошное внесение 182 л/га (227 кг/га ф.в.) N65 + S7 кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию;

V – КАС-32 + РПС (раствор питательный серосодержащий, исследования 2018–2019 гг.):



Рис. 1 – Опрыскиватель AMAZONEN (АО «Евротехника») с удлинительными шлангами для прикорневой подкормки пропашных культур КАС

а) сплошное внесение КАС-32, 108 л/га (139 кг/га ф.в.) N45 кг/га д.в., опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными 7-струйными форсунками под предпосевную культивацию; б) подкормка РПС, 250 л/га, или 293 кг/га ф.в. (N20 кг/га д.в. + S23 кг/га д.в.), в фазе звёздочки опрыскивателем UR 3000 с удлинительными шлангами в междурядье (рис. 1). Норма высева – 62 тыс. шт/га.

Результаты исследования. За 3 года исследований (2018–2020 гг.) в засушливых почвенно-климатических условиях наивысшая урожайность и качество подсолнечника – гибрид НК «Фортими» (Сингента) и его качество были получены в 2020 г., когда была применена разработанная инновационная технология с внесением жидких минеральных азотных КАС-32 и азотосеросодержащих удобрений на базе КАС с добавлением серы – S при использовании шлангов-удлинителей (рис. 1). Это позволило повысить урожайность с 21,2 ц/га до 23,5 ц/га от жидких минеральных удобрений КАС-32, внесённых одноразово опрыскивателем перед посевом, т.е. прибавка урожайности составила 2,4 ц/га, или 10,8 % (рис. 2, 3). При внесении КАС-32 дробно – перед посевом и во время вегетации – урожайность составила 33,1 ц/га, или прибавка урожайности возросла до 11,9 ц/га (56,1 %); при внесении жидких минеральных удобрений на базе КАС + S урожайность подсолнечника достигла 24,6 ц/га, т.е. прибавка урожайности составила 3,4 ц/га, или 16,0 %.

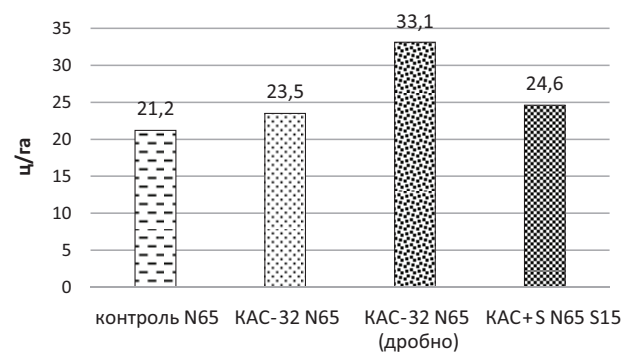


Рис. 2 – Урожайность подсолнечника на опытных делянках, ц/га (2020 г.)

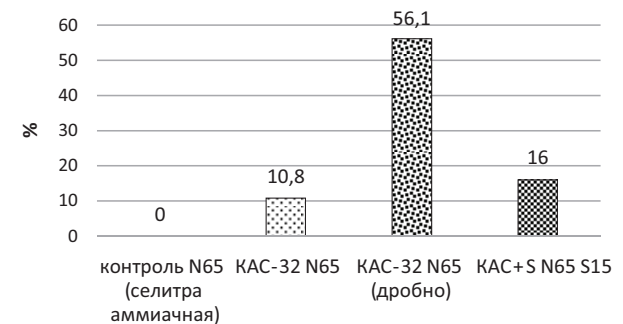


Рис. 3 – Прибавка урожайности подсолнечника, % (2020 г.)

Данные результаты свидетельствуют о достаточно высоком и преимущественном влиянии жидких минеральных удобрений на базе КАС на урожайность подсолнечника по сравнению с твёрдыми удобрениями – аммиачной селитрой.

Результаты исследования за 2020 г. показали:

1. Технология применения жидких азотных и азотосеросодержащих удобрений КАС с серой на почвах с низким содержанием подвижной серы в почве на подсолнечнике продемонстрировала высокую эффективность по сравнению с традиционной – внесением твёрдых минеральных удобрений – аммиачной селитры. Новые удобрения и новая технология положительно повлияли на урожайность и качество подсолнечника – гибрид НК «Фортими» компании «Сингента». Из всех исследуемых вариантов внесения удобрений наилучшим по урожайности (33,1 ц/га, 56,1 %) оказался вариант с дробным внесением жидких минеральных удобрений КАС-32; наименьшая урожайность подсолнечника получена на варианте с применением твёрдых минеральных удобрений.

2. Применение твёрдых минеральных удобрений – аммиачной селитры и жидких азотных и азотосеросодержащих удобрений на базе КАС-32 не оказало особого влияния на такой показатель качества подсолнечника, как масличность, которая во всех вариантах составляла около 50 %. В то же время с учётом большего увеличения урожайности возделываемого подсолнечника при применении жидких минеральных удобрений по сравнению с твёрдыми – от 21,2 до 33,1 ц/га, наивысший выход масла получен в варианте с дробным применением жидких удобрений КАС-32 – 16,6 ц/га, а при применении аммиачной селитры в одинаковом азотном эквиваленте выход масла составил только 10,9 ц/га, т.е. выход масла с использованием новых удобрений по новой технологии увеличился на 52,3 %.

3. Дополнительная прибыль от применения жидких азотосеросодержащих удобрений на варианте с дробным внесением КАС-32 составила 41087 руб/га главным образом за счёт увеличения урожайности на данном варианте и значительного увеличения в 2020 г. закупочных цен на подсолнечник.

Аналогичные тенденции проявились и за 3 года (2018–2020 гг.) исследований (рис. 4), подтвердив преимущество жидких азотных и азотосеросодержащих минеральных удобрений на базе КАС по сравнению с твёрдыми при выращивании подсолнечника. Так, диапазон изменения урожайности подсолнечника по годам и вариантам опытов составил при применении твёрдых удобрений – аммиачной селитры 21,2–31,8 ц/га, при однократном применении жидких минеральных удобрений на базе КАС-32 – 26,2–32,6 ц/га, при дробном внесении КАС-32 – 24,5–34,3 ц/га, при дробном внесении КАС + S – 24,6–36,9 ц/га (удобрения вносились с расчётом одинакового эквивалента по азоту). Жидкие удобрения способствовали увеличению основного показателя качества – массовая доля жира – с 45,9 до 51,1 %.

Учёные Самарского ГАУ в разных регионах Приволжского федерального округа (Саратов, Ульяновск, Самара и др.) проводили оценочные наблюдения влияния ширины междурядий при посеве на показатели урожайности и качества зерна подсолнечника. Были исследованы варианты с традиционной шириной междурядий – 70 см, обеспечиваемой сеялками Amazonen-ED (использовалась в опытах) (рис. 5 А) и EDX (рис. 5 Б) и с рекомендуемыми сегодня мировыми лидерами (Украина, Испания и др.) более узкими междурядьями – 45; 35; 25; 18,5 см. Ширину междурядий 25 см при посеве подсолнечника обеспечивает зерновая сеялка Condor (рис. 5 В), а 18,5 см – DMC (рис. 5 Г), которые также выпускаются АО «Евротехника».

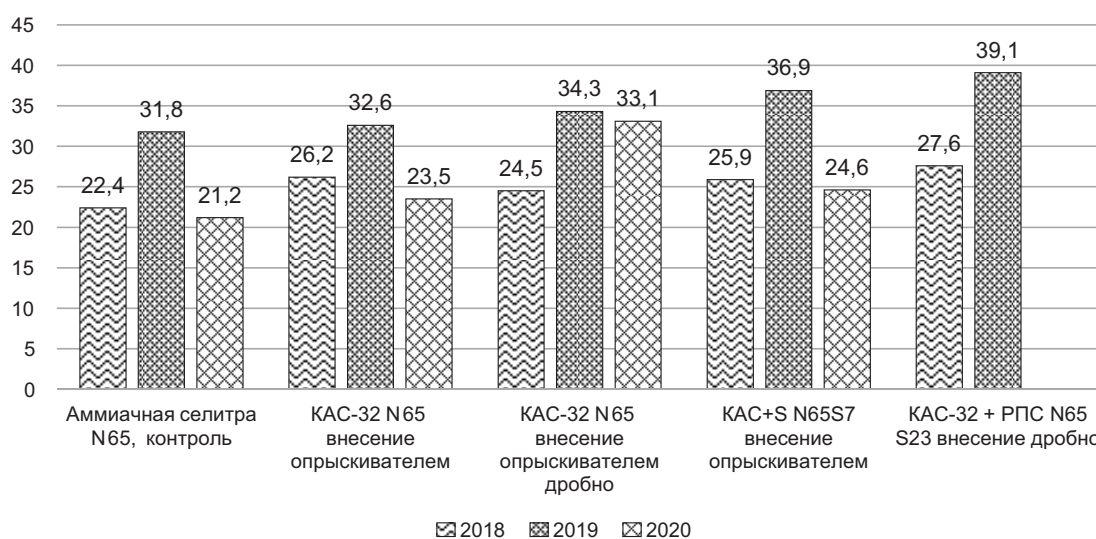


Рис. 4 – Средняя сравнительная урожайность подсолнечника на опытных делянках, ц/га (2018 – 2020 гг.)



Рис. 5 – Сеялки для пропашных культур – подсолнечника, кукурузы: А – ED, Б – EDX; зерновые сеялки, исследуемые на посеве подсолнечника: В – Condor (междурядья – 25 см), Г – EDX (междурядья – 18,5 см)

Инновационное предприятие «Агроакадемия» при Самарском ГАУ, имея широкие совместные исследования с мировым лидером – фирмой «AMAZONEN-Werke» по технологиям No-till, Mini-till, Strip-till, в течение ряда лет при норме высева 75 тыс. семян на 1 га получает положительные результаты по урожайности при мульчирующем (обработка Catros) посеве сеялкой «PRIMERA DMC...» с междурядьями 18,5 см и необходимыми агрохимическими мероприятиями – до 25–30 ц/га. Использование и дополнительная загрузка высококлассной, но достаточно дорогой сеялки DMC на посеве подсолнечника обеспечивает дополнительную её эффективность и окупаемость.

Наблюдения, проведённые специалистами АО «Евротехника» за работой пропашной сеялки точного высева EDX 9000-ТС с трактором New Holland T 8040 в Саратовской области в АО «Агрофирма Волга», показали: при посеве подсолнечника при рабочей скорости 12 км/ч эксплуатационная производительность агрегата составила 9,1 га/час, наработка в хозяйстве – 2442 га, урожайность подсолнечника – 12 ц/га; при посеве подсолнечника зерновой сеялкой Primera DMC 9000 по узкорядной технологии с той же нормой высева на площади 1379 га была получена урожайность 12,8 ц/га.

В 2017 г. в одном из хозяйств Самарской области (ООО СПК «Неприк») при большой

площади посевов подсолнечника и недостаточной выработке американской специальной для подсолнечника 8-рядной пропашной сеялки «Kinze-3100» (ширина захвата 5,6 м) часть посевов была засеяна имеющейся в хозяйстве зерновой немецкой сеялкой «CONDOR-12001» (рис. 5 В).

Наблюдения за всходами и развитием подсолнечника показали одинаковую урожайность в вариантах: бункерная – 14 ц/га, лабораторная – 20 ц/га (рис. 6) при двукратном превышении производительности сеялки «CONDOR-12001».

Таким образом, жидкие минеральные удобрения по сравнению с твёрдыми стабильно способствуют повышению урожайности подсолнечника и его качества. Для дальнейшего технического [9, 11–15] совершенствования технологии возделывания подсолнечника АО «Евротехника» создало и серийно выпускает комбинированный сеяльно-удобрительный агрегат FDC-6000, состоящий из шестикубовой ёмкости с насосным оборудованием и трубопроводом для жидких удобрений, транспортируемых под давлением к высевающим сошникам пропашной сеялки EDX-9000 (рис. 7).

Т.е. посев подсолнечника можно проводить одновременно с внесением необходимых твёрдых удобрений из бункера сеялки и жидких – из ёмкости агрегата FDC для полной компенсации недостающих необходимых удобрений – N, P, K, S и т.д.



Рис. 6 – Посевы подсолнечника в ООО «Неприк» Самарской области: слева – посевы сеялкой «KINZE-3100», справа – «CONDOR-12001»



Рис. 7 – Комбинированный агрегат FDC-6000 с сеялкой EDX-9000 для посева подсолнечника с внесением КАС

Вывод. Проведённые исследования показали, что совершенствование технологии возделывания подсолнечника в качестве стратегической и высокодоходной экспортной культуры с использованием высокотехнологичной техники при посеве и внесении удобрений приводит к значительному увеличению производства этой культуры. Подсолнечник за счёт увеличения урожайности и качества при остро необходимом снижении площади посевов способствует нормализации структуры посевных площадей в земледелии, тем самым делая аграрное производство более доходным и гарантируя продовольственную безопасность России.

Литература

1. Исследования новых видов азотосеросодержащих жидких удобрений и способов внесения при возделывании подсолнечника / В.А. Милюткин, А.П. Цирулев, С.А. Толпекин [и др.] // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: сб. ст. по матер. III Всерос. (национал.) науч.-практич. конф. / под общ. ред. С.Ф. Сухановой. Курган, 2019. С. 116–122.

2. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Техно-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования // АгроФорум. 2020. № 2. С. 47–51.

3. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Высокоэффективная техника, продуктивные семена, соблюдение технологий – высокие урожаи высоколиквидных пропашных культур: подсолнечника и кукурузы // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию Горского ГАУ. Владикавказ, 2018. С. 316–319.

4. Буксман В.Э., Милюткин В.А., Толпекин С.А. Эффективный посев подсолнечника немецкими пропашными и зерновыми сеялками компании «AMAZONEN-Werke» // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: матер. междунар. науч.-практич. конф. Оренбург, 2018. С. 37–42.

5. Совершенствование технологий и технических средств для посева подсолнечника / В.А. Милюткин, А.П. Цирулев, А.А. Антонов [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. VIII Междунар. науч.-практич. конф. Ульяновск, 2017. С. 152–155.

6. Милюткин В.А., Цирулев А.П., Буксман В.Э. Современные сеялки для подсолнечника по классической и альтернативной (узкорядной) технологии // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. в рамках XXVII Междунар. специализир. выст. «Агрокомплекс-2017». Уфа, 2017. С. 166–169.

7. Буксман В.Э., Милюткин В.А., Антонов А.А. Сеялки фирмы «AMAZONEN-Werke» для альтернативных технологий возделывания подсолнечника // Инновационная

деятельность в модернизации АПК: матер. междунар. науч.-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных: в 3 част. Курск, 2017. С. 188–191.

8. Исследование эффективности сеялок широко-рядных и для сплошного посева подсолнечника / В.А. Милюткин, А.П. Цирулев, В.Э. Буксман [и др.] // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей: в 3 кн. / Алтайский государственный аграрный университет. Барнаул, 2017. С. 43–45.

9. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Высокоэффективный агрегат для внутривспашечного внесения удобрений X Tender с культиватором Senius-TX (AMAZONEN-Werke, АО «Евротехника») в технологиях No-till, Mini-till и гребнерядовых // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: матер. XIV Междунар. науч. конф. Брянск, 2017. С. 488–493.

10. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Техно-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. ст. IV Междунар. науч.-практич. конф. Пенза, 2018. С. 122–127.

11. Милюткин В.А., Канаев М.А. Совершенствование технических средств для внесения удобрений // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. В 3-х кн. / Алтайский государственный аграрный университет. Барнаул, 2016. С. 36–37.

12. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Интеллектуальный опрыскиватель нового поколения // Техника и оборудование для села. 2018. № 7. С. 10–12.

13. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Агроинженерно-технологическое обоснование создания комплексного агрегата для посева с одновременным внесением жидких и твёрдых минеральных удобрений // Проблемы современной аграрной науки: матер. междунар. науч. конф. Красноярск, 2020. С. 165–169.

14. Шахов В.А., Аристанов М.Г. Надёжность зарубежной почвообрабатывающей техники в условиях Оренбургской области // Машинно-технологическая станция. 2010. № 6. С. 23.

15. Пат. на изобретение RU 2477600С1. Способ уборки подсолнечника и устройство для его осуществления; 20.03.2013 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф. Заяв. № 2 011149857/13 от 07.12.2011.

Милютин Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет». Россия, 446442, Самарская область, г. Кинель, ул. Учебная, 2, oiapp@mail.ru

Шахов Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, shahov-v@yandex.ru

Комарова Нина Константиновна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, kafedrafiziki@bk.ru

Длужевский Николай Григорьевич, заместитель директора. ПАО «КуйбышевАзот». Россия, 445007, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6, svrp2@mail.ru

Длужевский Олег Николаевич, ведущий менеджер. ПАО «КуйбышевАзот». Россия, 445007, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6, svrp2@mail.ru

Vladimir A. Milyutin, Doctor of Technical Sciences, Professor. Samara State Agricultural University. 2, Training St., Ust-Kinelsky, Samara region, 446442, Russia

Vladimir A. Shakhov, Doctor of Technical Sciences, Professor. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia

Nina K. Komarova, Doctor of Agriculture, Professor. Orenburg State Agrarian University. 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia, kafedrafiziki@bk.ru

Nikolai G. Dluzhevsky, deputy. Director. PJSC «KuibyshevAzot». 6, Novozavodskaya St., Togliatti, Samara region, 445007, Russia, svrp2@mail.ru

Oleg N. Dluzhevsky, lead manager. PJSC «KuibyshevAzot». 6, Novozavodskaya St., Togliatti, Samara region, 445007, Russia, svrp2@mail.ru