10.28983/asj.y2021i3pp73-77 УДК 631.85

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИДКИХ АЗОТНЫХ И АЗОТО-СЕРОСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

**МИЛЮТКИН Владимир Александрович,** *Самарский государственный аграрный университет*
**ДЛУЖЕВСКИЙ Николай Григорьевич,** *ПАО «КуйбышевАзот»*
**ДЛУЖЕВСКИЙ Олег Николаевич,** *ПАО «КуйбышевАзот»*
**ЛЕВЧЕНКО Галина Викторовна,** *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

***Представлены результаты исследований эффективности жидких минеральных азотных и азото-серосодержащих удобрений на базе карбамидно-аммиачной смеси (КАС) в сравнении с твердыми – аммиачной селитрой при возделывании подсолнечника в засушливых климатических условиях, характерных для зоны «рискованного земледелия» – Поволжья (2018–2020 гг.), с использованием современной высокопроизводительной техники, производимой в России (г. Самара) на АО «Евротехника» немецкой компании AMAZONEN-Werke. Проведенные трехлетние исследования на типичных черноземах Самарской области на опытных полях Самарского ГАУ показали существенное преимущество жидких удобрений с повышением урожайности подсолнечника в среднем за три года по вариантам опытов максимально до 6 ц/га, или на 13 %.***

***Введение.*** Эффективно проводимое в последние годы прогрессивное реформирование агропромышленного комплекса России, несмотря на жесточайшие условия внешних экономических санкций, позволило в основном решить продовольственную безопасность России, а по ряду сельскохозяйственных растениеводческих продуктов: зерно пшеницы, маслосемена подсолнечника, соя, лен, продукты переработки сахарной свеклы и т.д., выйти в лидеры по экспорту на мировом рынке [3]. В частности на сегодня РФ при постоянной конкуренции с Украиной лидирует в мире по поставкам маслосемян подсолнечника с растительным маслом. В последнее время в структуре отечественного экспорта наиболее значимыми, заметными и лидирующими становятся масличные культуры: главным образом подсолнечник, а также соя, рапс, лен масличный. В январе–июне 2020 г. стоимость экспортируемых масличных культур и продуктов их переработки, включая масло, жмыхи и шроты превысила стоимость зерна. Из Топ-20 регионов Российской Федерации, возделываемых подсолнечник, более 1/3, или 38,3 % занимают регионы Приволжского федерального округа: Саратовская область – 13,2 %(1-е место), Оренбургская область – 8,3 %, Самарская область – 7,3 %, Пензенская область – 3,4 %, Башкортостан – 2,4 %, Ульяновская область – 2,3 %, Татарстан – 1,4 %. В регионах России только под подсолнечник отводится более 8 млн га, и при урожайности 15,7 ц/га в 2020 году в стране было собрано 12,8 млн т маслосемян, Саратовская область и в этом году заняла 1-е место. Значительные площади под подсолнечником, наряду с высоким эффектом для агропредприятий, регионов и страны в определенной степени ухудшают культуру земледелия из-за несоблюдения необходимого перерыва (до 8 лет) между возвратом подсолнечника на одно и то же поле. Поэтому, при объективной целесообразности сокращения посевных площадей, необходимо за счет совершенствования элементов технологии возделывания подсолнечника обеспечивать дальнейшее повышение его урожайности. По мнению НАПСКиП (национальной ассоциации производителей семян подсолнечника и кукурузы), низкие показатели урожайности на агропредприятиях страны обусловлены упрощением технологии возделывания, поэтому в каждом регионе необходимо внедрять самые высокоэффективные, адаптированные к местным условиям технологии, при этом целесообразно использовать жидкие удобрения на базе КАС особенно в зонах недостаточного увлажнения [1, 4, 6–9, 14].

Цель работы – исследование эффективности новых видов минеральных азотных и азото-серосодержащих жидких удобрений на основе карбамидно-аммиачной смеси КАС для совершенствования технологии возделывания подсолнечника с повышением его урожайности без снижения качества маслосемян в засушливых условиях ПФО с использованием современной сельскохозяйственной техники.

***Методика исследований.*** Анализ распространения подсолнечника по регионам России показывает, что наибольшее его количество эффективно производится в достаточно теплом

климате, с хорошим плодородием почвы и обязательными значительными агрохимическими мероприятиями по защите посевов и внесению удобрений. Однако регионы с высокими температурами при вегетации отличаются недостаточным увлажнением, и известные интенсивные технологии возделывания подсолнечника требуют адаптивной корректировки. То есть при недостаточном почвенном увлажнении естественно и более эффективно переходить от твердых минеральных удобрений к жидким, не требующим дополнительной влаги на растворение гранул [2, 5, 8–13]. В связи с этим сотрудниками Самарского ГАУ в течение ряда лет (2018–2020 гг.) проводили исследования совместно с ПАО «КуйбышевАзот», производящим жидкие азотные и азото-серосодержащие (сера признается одним из важнейших и недостающих химических элементов в почве для формирования высоких урожайности и качества сельхозкультур) удобрения КАС-32 и КАС+S. Карбамидно-аммиачные смеси-КАС из-за своих особых химических свойств (азот присутствует в трех формах с пролонгированным действием) и меньшей потребности во влаге, требуемой для растворения гранул твердых удобрений, имеют значительные преимущества по сравнению с твердыми удобрениями, в частности широко распространенной аммиачной селитрой. При проведении исследований использовали современную технику АО «Евротехника» (г. Самара) немецкой компании AMAZONEN-Werke [9–14], в том числе инновационную – комбинированный агрегат FDC. Исследования проводили на опытных полях Самарского ГАУ, а оценочные наблюдения инновационной техники и технологий – в хозяйствах Саратовской, Оренбургской, Волгоградской, Ульяновской и Пензенской областей.

Варианты опытов на полях Самарского ГАУ (2018-2020г.г.): 1. Контроль. Аммиачная селитра. Внесение под предпосевную культивацию 191 кг/га ф.в. (N65 кг/га д.в.) разбрасывателем ZA-M 1500 (AMAZONE). 2. 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. 3. КАС-32. Дробное внесение: а) сплошное внесение под предпосевную культивацию опрыскивателем UR 3000(AMAZONE) крупнокапельными семиструйными форсунками 100 л/га (134 кг/га ф. в.), N45 кг/га д.в.; б) подкормка опрыскивателем UR 3000 с удлинительными шлангами (рис. 1) в междурядье в фазе «звездочки» – при образовании корзинки диаметром 2 см с числом листьев на растении 18–20, когда в растении проходят важнейшие этапы органогенеза, и формированием генеративных органов - 50 л/га (66 кг/га ф.в.), N20 кг/га д. в.; 4. Сплошное внесение 182 л/га (227 кг/га ф.в.) N65 кг/га д. в. + + S7 кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными семиструйными форсунками под предпосевную культивацию; 5. КАС-32+РПС (раствор питательный серосодержащий исследовали только в 2018–2019 гг.): а) сплошное внесение КАС-32 108 л/га (139 кг/га ф.в.) N45 кг/га д.в. опрыскивателем UR 3000 (AMAZONE) крупнокапельными семиструйными 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 (см. рис. 1). Норма высева – 62 тыс. шт./га.

***Результаты исследований.*** Анализ трехлетних (2018–2020 гг.) исследований по сравнительной оценке влияния жидких азотных и азото-серосодержащих минеральных удобрений на базе КАС и твердых минеральных удобрений – аммиачная селитра в равном азотном эквиваленте на урожайность подсолнечника в примерно одинаковых погодных условиях с недостаточных увлажнением (засухами) показал (рис. 2) устойчиво-возрастающую тенденцию по годам преимущественного более значительного положительного влияния жидких удобрений по сравнению с твердыми. Так, диапазон изменения урожайности подсолнечника по годам и вариантам опытов составил при применении твердых удобрений: аммиачная селитра – 21,2–31,8 ц/га, при одноразовом применении жидких минеральных удобрений на базе КАС-32 – 26,2–32,6ц/га,

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

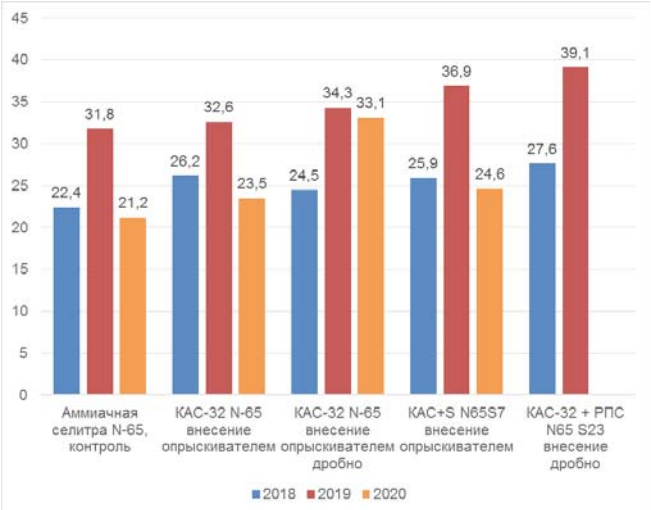


***Рис. 2. Сравнительная урожайность подсолнечника на опытных делянках, ц/га (2018–2020 гг.)***

при дробном внесении КАС-32–24,5-34,3 ц/га, при дробном внесении КАС-32+S-24,6-36,9ц/га (удобрения вносили с расчетом одинакового эквивалента по азоту).

Качество подсолнечника по вариантам опыта и по основному показателю «массовая доля масла..., %» при значительном росте урожайности от применения жидких удобрений практически не изменялось (табл. 1).

С учетом прибавки урожайности во всех вариантах опытов с жидкими удобрениями во все годы исследований получен значительный доход, особенно высокий в 2021 году за счет скачка закупочных цен на подсолнечник в варианте с дробным внесением КАС+S (табл. 2).

Сотрудники Самарского ГАУ в разных регионах Поволжского федерального округа (Саратов, Ульяновск, Самара и др.) проводили оценочные наблюдения по влиянию ширины междурядий при посеве подсолнечника – от традиционной (70 см), обеспечиваемой сеялками Amazonen – ED (использовалась в опытах) (рис. 3, а) и EDX (рис. 3, б) до рекомендуемых сегодня в мире (Украине, Испании и др. странах) более узких междурядий при тех же нормах высева: 45; 35; 25; 18,5 см. В частности ширину междурядий 25 см при посеве подсолнечника обеспечивает зерновая сеялка Condor (рис. 3, в), а 18,5 см – DMC Primer (рис. 3, г), которые выпускаются АО «Евротехника» с различной шириной захвата и производительностью.

Инновационное предприятие МУП «Агроакадемия» при Самарском ГАУ в результате совместных проводимых исследований с ведущей в Мире фирмой «AMAZO-NEN-Werke» по технологиям No-Till, Mini-Till, Strip-Till, в течение ряда лет получает положительные результаты при мульчирующем (обработка дисковой боро-

Таблица 1

**Результаты исследований качества подсолнечника – гибрид НК «Фортими» (Сингента) (2018/2019/2020 гг.)**

| Показатель | Вариант | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Аммиачная селитра N65, Контроль | КАС-32 N65 Внесение опрыскивателем | КАС-32 N65 Внесение опрыскивателем дробно | КАС+S N65 S7 Внесение опрыскивателем дробно | КАС-32+РПС N65S23 Внесение дробно |
| Урожайность, ц/га | 22,4/31,8/21,2 | 26,2/32,6/23,5 | 24,5/34,3/24,6 | 25,9/36,2/33,1 | 27,6/39,1 |
| Влажность, % | 7,2/9,65/7,64 | 7,2/8,90/7,87 | 7,2/10,47/7,47 | 8,0/10,70/7,92 | 8,2/9,80 |
| Массовая доля масла, % | 45,88/49,1/50,95 | 42,3/47,8/49,9 | 44,74/50,4/51,1 | 47,01/49,0/50,01 | 48,29/48,1 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 0,8/0,9/0,8 | 0,8/0,9/0,8 | 0,8/0,9/0,8 | 0,8/0,9/0,8 | 0,8/0,9 |
| Сбор масла, ц/га | 9,0/14,1/10,9 | 10,2/14,2/11,75 | 10,1/15,47/12,57 | 11,2/15,84/16,6 | 12,3/16,96 |

Таблица 2

**Экономическая эффективность и результаты при выращивании подсолнечника (2018/2019/2020 гг.)**

| Показатель | Вариант | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Аммиачная селитра, N65 Контроль | КАС-32,N65 Внесение опрыскивателем одноразово | КАС-32,N65 Внесение опрыскивателем дробно | КАС+S N65S8 Внесение опрыскивателем | КАС-32+ РПС N65S16 Внесение дробно |
| Стоимость удобрений, руб./га | 2505/2688 | 2231/2242 | 2231/2242 | 2066/2348 | 2329 |
| Внесение удобрений, руб./га | 265/275 | 225/275 | 225/565 | 225/275 | 330 |
| Урожайность в опытах / по области, ц/га | 22,4/31,8/21,2 15,7/13,0 | 26,2/32,6/23,5 15,7/13,0 | 24,5/34.3/24,6 15,7/13,0 | 25,9/36,2/33,1 15,7/13,0 | 27,6/39,1 15,7/13/0 |
| Стоимость продукции, руб./га | 36960/41976/74200 | 43230/43032/ 82250 | 40420/45276/ 86100 | 42735/47784/115850 | 45540/51612 |
| Доход, руб./га | 21195/23726/54040 | 27505/24795/62533 | 24695/27051/65793 | 27010/29344/96027 | 29815/33812 |
| Дополнительная прибыль, руб./га | - | 6310/1461/8493 | 3500/3725/11753 | 5815/6018/41987 | 8620/10418 |

*а* *б*

*в* *г*

***Рис. 3. Сеялки для пропашных культур-подсолнечника, кукурузы: а – ED; б – EDX; зерновые сеялки исследуемые на посеве подсолнечника: в – Condor (междурядья – 25 см); г – DMC Primer (междурядья – 18,5 см)***

ной Catros) посеве сеялкой «PRIMERA DMC...» с междурядьями 18,5 см и проведенными необходимыми агрохимическими мероприятиями при норме высева 75 тыс. семян на 1 га по урожайности до 25–30 ц/га. Использование и дополнительная загрузка широко распространенной в РФ сеялки DMC Primer на посеве подсолнечника кроме зерновых культур, обеспечивают дополнительную ее загрузку и эффективность. Проведенные нами наблюдения за работой пропашной сеялки точного высева EDX 9000-TC с трактором New Holland T 8040 в Саратовской области в АО «Агрофирма Волга» показали, что при посеве подсолнечника при рабочей скорости 12 км/ч эксплуатационная производительность составляет 9,1 га/ч, 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 большом общем количестве посевов подсолнечника и недостаточной выработке американской пропашной сеялки «Kinze...» половина посевов было засеяно зерновой немецкой сеялкой «CONDOR...» (см. рис. 3, в). Биологические наблюдения за всходами и развитием подсолнечника показали в итоге одинаковую урожайность: бункерная –14 ц/га, лабораторная – 20 ц/га.

Наряду с применением для повышения урожайности маслосемян подсолнечника жидких азотных и азото-серосодержащих удобрений при внекорневых подкормках и дальнейшего совершенствования технологий возделывания сельскохозяйственных культур в том числе и подсолнечника АО «Евротехника», создало комбинированный сеялочно-удобрительный агрегат FDC-6000 для жидких удобрений, транспортируемых под давлениям к высевающим сошникам пропашной сеяли EDX-9000 [7] (рис. 4), данный комплекс одним из первых в России используется

***Рис. 4. Комбинированный агрегат FDC-6000 с сеялкой EDX-9000***

в Саратовской области с 2018 г. в ООО «Земледелец-2002». В 2020 г. аналогичный комплекс был приобретен в Волгоградской области хозяйствами группы предприятий «Содружество-регион», где Самарский ГАУ также проводил совещание по эффективности жидких удобрений и целесообразности их внесения с агротехнологической оценкой агрегата.

Таким образом, посев подсолнечника данным агрегатом можно проводить одновременно с внесением необходимых твердых удобрений из бункера сеялки EDX и жидких из емкости агрегата FDC для полной компенсации при N, P, K, S и т.д.

***Заключение.*** Проведенные исследования по совершенствованию технологии возделывания подсолнечника в качестве стратегической культуры, как для внутренних потребностей в нашей стране, так и в качестве высокодоходной продукции для экспорта, с лидирующими позициями России в мире, за счет значительного роста урожайности от 15 до 21 % и дополнительной доходности производства подсолнечника от 3500 до 41987 руб./га по исследованиям 2018–2020 гг. от применения жидких азотных и азото-серосодержащих удобрений с использованием инновационной техники, дают основания к значительному увеличению производства подсолнечника и эффективности агропромышленного комплекса с обеспечением продовольственной безопасности регионов России, особенно почвенно-климатических зон с недостаточным увлажнением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *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: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург, 2018. – С. 37–42.

2. *Буксман В.Э., Милюткин В.А., Антонов А.А.* Сеялки фирмы «AMAZONEN-Werke» для альтернативных технологий возделываний подсолнечника // Инновационная деятельность в модернизации АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов,

аспирантов и молодых ученых: в 3 ч. – Курск, 2017. – С. 188–191.

3. *Голубев А.В.* Возможности развития растениеводства России в условиях глобальных вызовов // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 11. – С. 4–10.

4. Исследования новых видов азото-серосодержащих жидких удобрений и способов внесения при возделывании подсолнечника/ В.А. Милюткин [и др.] // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: сб. статей по материалам III Всерос. (национальной) науч.-практ. конф.; под общ. ред. С.Ф. Сухановой. – Лесниково, 2019. – С. 116–122.

5. Исследование эффективности сеялок широкорядных и для сплошного посева подсолнечника / В.А. Милюткин [и др.] // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей: в 3 кн. – Барнаул, 2017. – С. 43–45.

6. *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: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Горского ГАУ. – Владикавказ, 2018. – С. 316–319.

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

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

9. *Милюткин В.А., Буксман В.Э.* Технико-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сб. статей IV Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2018. С. 122-127.

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

11. *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: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXVII Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2017». – Уфа, 2017. – С. 166–169.

12. *Милюткин В.А., Буксман В.Э.* Высокоэффективный агрегат для внутрипочвенного внесения удобрений XTender с культиватором Cenius-TX(AMAZONEN-Werke, АО «Евротехника») в технологиях NO-Till, MINI-Till и гребнерядовых // Агро-экологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV Междунар. науч. конф. – Брянск, 2017. – С. 488–493.

13. *Милюткин В.А., Канаев М.А.* Совершенствование технических средств для внесения удобрений // Аграрная наука сельскому хозяйству: сб. статей. – Барнаул, 2016. – С. 36–37.

14. Преимущество жидких минеральных удобрений на базе КАС-32 по сравнению с твердыми – аммиачная селитра – на подсолнечнике и кукурузе / В.А. Милюткин [и др.] // Нива Поволжья. – 2020. – № 3(56). – С. 73–79.

**Милюткин Владимир Александрович,** *д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология производства и экспертиза продукции из растительного сырья», Самарский государственный аграрный университет. Россия.*

*446442, п.г.т Усть-Кинельский, ул. Учебная, 1.*

*Тел.: (84663) 46-3-37.*

**Дружевский Николай Григорьевич,** *ПАО «КуйбышевАзот», Россия.*

**Дружевский Олег Николаевич,** *ПАО «КуйбышевАзот», Россия.*

*445007, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6.*

*Тел.: (8482) 56-11-02.*

**Левченко Галина Викторовна**, *канд. техн. наук, доцент кафедры «Математика, механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова. Россия.*

*410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.*

*Тел.: (8452) 74-96-63.*

***Ключевые слова:*** *подсолнечник; дефицит; влага; технологии; удобрения; жидкость.*

## TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL IMPROVEMENT OF SUNFLOWER CULTIVATION IN THE DRY REGIONS OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

**Milyutkin Vladimir Alexandrovich,** *Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Production Technology and Examination of Products From Plant Raw Materials", Samara State Agrarian University, Russia.*

**Dluzhevsky Nikolay Grigorievich,** *PJSC KuibyshevAzot, Russia.*

**Dluzhevsky Oleg Nikolaevich,** *PJSC KuibyshevAzot, Russia.*

**Levchenko Galina Viktorovna,** *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov. Russia.*

***Keywords:*** *sunflower; deficit; moisture; technologies; fertilizers; liquid.*

***The article presents the results of studies of the effectiveness of liquid mineral nitrogen and nitrogen-sulfur-containing fertilizers based on urea-ammonia mixture-UAN in comparison with solid-ammonium nitrate when growing sunflower in arid, typical for the zone of "risky farming" - the Volga region, years (2018-2020) with the use of modern high-performance equipment manufactured in Russia (Samara) at JSC "Eurotechnika" of the German company AMAZONEN-Werke. Conducted three-year studies on typical chernozems of the Samara region on the experimental fields of the Samara State Agrarian University, showed a significant advantage of liquid fertilizers with an increase in sunflower yield on average for three years according to experimental options up to a maximum of 6 centners / ha or by13 %.***