**ПРЕИМУЩЕСТВО ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДБРЕНИЙ НА БАЗЕ КАС-32
ПО СРАВНЕНИЮ С ТВЕРДЫМИ – АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА – НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ
И КУКУРУЗЕ**

*В.А. Милюткин¹, доктор техн. наук, профессор; В.Н. Сысоев¹, канд. с.-х наук, доцент;
А.Н. Макушин¹ канд. с.-х наук, доцент; Н.Г. Длужецкий², инженер-технолог,
зам. директора; С.В. Богомазов³, канд. с.-х наук, доцент*

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», г. Самара, Россия, тел. 8-927-264-41-88, e-mail: oiapp@mail.ru

²Публичное акционерное общество «КуйбышевАзот», г. Тольятти, Самарская обл, Россия, тел. 8-927-784-79-11, e-mail: svrp2@mail.ru

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия, тел. 8-927-379-67-05, e-mail: bogomazov.s.v@pgau.ru

В научной статье представлены материалы экспериментальных исследований Самарского ГАУ по изучению эффективности жидких минеральных азотных и азото-серосодержащих удобрений на базе КАС-32 по сравнению с твердыми (аммиачная селитра), производимых ПАО «Куйбышев-Азот» (г. Тольятти, Самарская область). Эксперимент проводился в технологиях возделывания пропашных культур: подсолнечник и кукуруза (на зерно), с применением как сельскохозяйственных машин АО «Евротехника» (г. Самара), так и компании «AMAZONEN-Werke» (Германия).

Ключевые слова: техника, технология, «MINI-Till», жидкие удобрения, внесение, урожайность, качество, подсолнечник, кукуруза.

Введение

Агропромышленный комплекс России в новых условиях международных экономических санкций, мобилизовался на значительное технико-технологическое реформирование, обеспечившее нам лидирующие позиции в Мировом производстве таких видов сырья, как зерновые и подсолнечник. Самарский ГАУ совместно с крупнейшим заводом по производству минеральных удобрений ПАО «Куйбышев-Азот», ведущим в России сельхозмашиностроительным предприятием по прицепной технике АО «Евротехника», немецкой компании «AMAZONEN-Werke», региональными сельскохозяйственными НИИ селекции и семеноводства в г. Самаре в течение ряда лет проводит исследования по повышению эффективности производства различных сельскохозяйственных культур [1-10], в данной научной статье – подсолнечника и кукурузы. Изучалось влияние жидких азотных и азото-серосодержащих минеральных удобрений на базе КАС-32 на продуктивность сельскохозяйственных культур в зоне «рискованного» по влаге земледелия Поволжья.

Материалы и методы

В опытах использовались жидкие минеральные удобрения КАС-32, КАС-32 с

серой 8% и раствор питательный серосодержащий РПС на базе КАС-32 с серой 3% производства ПАО «Куйбышев-Азот» в 2018-2019 годах на опытных полях Самарского ГАУ [11-12]. Почва – чернозем обыкновенный, остаточнокоричневый среднесуглинистый с содержанием легкогидролизуемого азота 124 мг, подвижного фосфора 143 мг и обменного калия 310 мг на кг почвы, pH 6.2. Система обработки почвы – MINI-Till, дисковыми боронами и культиваторами с использованием опрыскивателей, разбрасывателей минеральных удобрений и сеялок точного высева АО «Евротехника» (г. Самара), немецкой сельскохозяйственной машиностроительной компании «AMAZONEN-Werke» (рис. 1).

Исследования проводились в острожа-сушливых условиях 2018-2019 гг., по сравнению со среднемноголетними данными, так в 2018 году за апрель-октябрь выпало осадков всего 223,3 мм, что составило 72 % от среднемноголетних – 308,6 мм, особенно дефицитными по осадкам были месяцы: май (59,8 %), июнь (34,2 %), август (30,2 %), сентябрь (41,7 %) и октябрь (47,6 %) при превышающих среднемноголетние показатели в апреле (166,9 %) и в июле (144,8 %).

В целом по Самарской области по дефициту влаги 2018 год отнесен на седьмое место с 1936 года. Метеорологические условия в 2019 году, как и в 2018, также характеризовались как неблагоприятные – засушливые по отношению к среднегодовым региональным данным. Так, в весенне-летний период 2019 года если в мае фактически осадков выпало на 7,6 мм больше, по

сравнению со среднегодовыми, то в июне, июле, августе, сентябре их выпало соответственно 18, 34, 61 и 83 % от среднегодовыми (рис. 2). Исследования проводились по схеме, представленной в таблице 1, с различными дозами внесения удобрений на каждой культуре и в каждом варианте.

Рис. 1. Сельскохозяйственные машины АО «Евротехника», используемые Самарским ГАУ в опытах: а) дисковая борона Catros, б) сеялка точного высева ED-6000, в) разбрасыватель Amazone ZAM-1500, г) опрыскиватель Amazone, оборудованный дополнительными шлангами-удлинителями

Рис. 2. Количество осадков в весенне-летне-осенние месяцы в сравнении со среднегодовыми (2018-2019 гг.)

Таблица 1

Сроки и нормы внесения азотных удобрений (кг/га д.в.) под культуры в полевом опыте

Сроки внесения	Аммиачная селитра N ₃₄	КАС-32 N _{32,3}	КАС-СА N ₂₄	РПС N ₈
Кукуруза, общая доза азота 149 кг/га д.в.				
до посева	263	277	373	418
фаза 3 листьев	131	138	186	259
фаза 8-10 листьев	44	46	62	86
Подсолнечник, общая доза азота 132 кг/га д.в.				
до посева	233	245	330	490
фаза 2-3 листьев	116	123	165	295
фаза «звездочка»	39	41	55	65

По каждой культуре предусмотрено три срока внесения удобрений: 1) до посева (под предпосевную обработку) (60 % дозы); 2) фаза интенсивного роста (30 % дозы); 3) формирование урожая (качество урожая) (10 % дозы). Жидкие удобрения вносились опрыскивателями, оборудованными: 1 – многоструйными форсунками-распылителями – перед посевом; 2 – удлинительными шлангами с грузиками – в процессе

вегетации для прикорневого внесения КАС с исключением ожогов листьев.

Результаты

При определении урожайности и качества зерна подсолнечника выявлено (табл. 2), (рис. 2-3), что жидкие удобрения более эффективны, чем твердые (аммиачная селитра), особенно это проявилось в засушливые 2018-2019 годы.

Таблица 2

Урожайность подсолнечника в 2018/2019 гг. (с отклонениями от исходного) и качество в опытах: гибрид НК Фортими (Сингента)

Вариант	Аммиачная селитра N ₆₅ , исходный контроль	КАС-32 N ₆₅ внесение опрыскивателем	КАС-32 N ₆₅ внесение опрыскивателем дробно	КАС + S N ₆₅ +S ₇ внесение опрыскивателем	КАС-32 + РПС N ₆₅ + S ₂₃ внесение дробно
Урожайность, ц/га	22,4/ 31,8	26,2 (3,8) / 32,6 (0,8)	24,5 (2,1) / 34,3 (2,5)	25,9 (3,5) / 36,2 (4,4)	27,6 (5,2) / 39,1 (7,3)
Влажность, %	7,2/ 9,65	7,2 (0) / 8,90 (-0,75)	7,2 (0) / 10,47 (0,82)	8,0 (0,8) / 10,70 (1,05)	8,2 (1,0) / 9,80 (-0,15)
Массовая доля масла, %	45,88/ 49,10	42,3 (-3,58) / 47,80 (-1,30)	44,74 (-1,0) / 50,4 (1,3)	47,0 (1,1) / 49,0 (-0,1)	48,29 (2,4) / 48,1 (-0,1)
Кислотное число, мг. КОН/г	0,8/ 0,9	0,8 (0) / 0,9 (0)	0,8 (0) / 0,9 (0)	0,8 (0) / 0,9 (0)	0,8 (0) / 0,9 (0)
Сбор масла, ц/га	9,0/ 14,1	10,2 (1,2)/ 14,2 (-0,1)	10,1 (1,1)/ 15,47 (1,37)	11,2 (2,2) / 15,84 (1,74)	12,3 (3,3) / 16,96 (2,86)

Так, применение жидких удобрений, по сравнению с твердыми, повлияло на увеличение урожайности подсолнечника: КАС-32 (как однократно, так и дробно) на 2,1-2,5 ц/га, КАС-32 + S на 2,5-5,1 ц/га, РПС на 5,2-7,3 ц/га.

В целом тенденция роста урожайности по вариантам опытов за два года 2018-2019 гг. сохранилась. При применении жидких минеральных удобрений – КАС + S, КАС-32 + РПС, по сравнению с твердыми минеральными удобрениями – аммиачная селитра, несмотря на неблагоприятные погодные условия по увлажнению, получена наивысшая урожайность семян подсолнечника КАС+S, КАС+РПС в 2018 – 25,9-27,6; 2019 г.

– 36,2-39,1 ц/га и эффективность соответственно по годам 5815-8620; 6018-10418 руб/га.

В опытах на кукурузе выявлена такая же тенденция, что и на подсолнечнике (табл. 3), (рис. 4-5) – рост урожайности по вариантам опытов за два года сохранился. В вариантах применения жидких удобрений – КАС + S, КАС-32 + РПС, по сравнению с твердыми минеральными удобрениями – аммиачная селитра, несмотря на неблагоприятные погодные условия по увлажнению в весенне-летне-осенний периоды, получены наивысшая урожайность зерна кукурузы в 2018 г. – 82,6-85,2; 2019 г. – 96,7-98,2 ц/га и эффективность по годам,

соответственно, 12282-12530; 14578-13815 руб/га. Применение только удобрения КАС-32 также влияет на повышение урожайности и эффективности возделывания кукурузы.

Кроме прибавки урожая при использовании жидких минеральных удобрений КАС, КАС + S, РПС (раствор питательный серо-содержащий) улучшается качество продукции исследуемых культур (табл. 2-3).

Рис. 2. Сравнительная урожайность подсолнечника на опытных делянках, ц/га (2018-2019 гг.)

Рис. 3 Гибрид подсолнечника НК Фортими (Сингента), наивысшая урожайность в опытах 39,1 ц/га (2019 г.)

Таблица 3

**Урожай кукурузы в 2018/2019 гг. (с отклонениями от исходного) и качество в опытах:
гибрид Пионер-7709 (2018 г.), гибрид НК Фалькони (Сингента) (2019 г.)**

Вариант	Аммиачная селитра N ₉₀ , исходный- контроль	КАС-32 Одноразовое N ₉₀ опрыскивателем под культивацию	КАС-32 дробное внесение N ₄₅ опрыскивате- лем под культива- цию и подкормку	КАС-32 + сера N ₉₀ +S ₇ опрыски- вателем под культивацию	КАС-32 + РПС N ₉₀ + S ₂₈ опрыскивателем под культивацию и подкормку
Урожайность, ц/га:	70,3 / 82,3	73,3 (3,0) / 84,6 (2,3)	82,1 (11,8) / 92,4 (10,1)	82,6 (2,3) / 96,7 (4,4)	85,2 (14,9) / 98,2 (15,9)
Уборочная влажность, %	17,2 / 12,9	17,2 (0) / 13,2 (0,3)	20,8 (3,6) / 12,4 (-0,5)	19,0 (1,8) / 13,1 (0,3)	16,09 (-1,1) / 13,4 (0,5)
Сырая зола, %	1,5 / 1,35	1,8(0,3) / 1,55 (0,2)	1,7 (0,2) / 1,35 (0)	1,6 (0,1) / 1,4 (-0,05)	1,7 (0,2) / 1,34 (0)
Сырой протеин, %	8,56 / 8,09	10,0 (1,44) / 8,04 (-0,05)	11,25 (1,69) / 8,32(0,23)	9,19 (0,63) / 7,60 (-0,49)	9,63 (1,07) / 6,30 (-1,79)
Содержание сухого вещества, %	82,8 / 87,15	82,8 (0) / 86,81 (-0,34)	79,2 (-3,6) / 87,59 (0,44)	80,2 (-2,6) / 86,90 (-0,25)	84,0 (1,2) / 86,60 (-0,55)

**Рис. 4. Урожайность кукурузы(ц/га): гибрид Пионер-7709 (2018 г.),
гибрид НК Фалькони (Сингента) (2019 г.)**

**Рис. 5. Гибрид кукурузы НК Фалькони (Сингента) с наивысшей урожайностью
98,2 ц/га на опытном участке (2019 год)**

Заключение

Имеющиеся результаты исследований различных авторов и проведенные наши опыты показывают преимущество жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, по сравнению с твердыми – аммиачная селитра, особенно в засушливые годы как на подсолнечнике, так и на кукурузе. В опытах получена наивысшая урожайность семян подсолнечника при применении,

соответственно, КАС+S, КАС+РПС в 2018 – 25,9-27,6; 2019 г. – 36,2-39,1 ц/га при возделывании кукурузы – 82,6-85,2; 96,7-98,2 ц/га по годам соответственно. Наивысшая эффективность также была получена при применении, соответственно, КАС+S, КАС+РПС на подсолнечнике в 2018 г. – 5815-8620; 2019 г. – 6018-10418 руб/га, а также на кукурузе по годам соответственно: 12-12530; 14578-13815 руб/га.

Литература

1. Милюткин В.А., Буксман В.Э., Канаев М.А. Высокоэффективная техника для энерго-, ресурсосберегающих мировых технологий Mini-Till, No-Till в системе точного земледелия России: монография. Кинель: РИО Самарской ГСХА, 2018, 182 с.
2. Милюткин В.А. Эффективная политика аграрных машиностроительных фирм в развитии интеллектуальных технологий в земледелии в России. Агрофорсайт, 2017, № 2, с. 1-5.
3. Милюткин В.А., Долгоруков Н.В. Почвозащитные сельскохозяйственные технологии и техника для возделывания сельскохозяйственных культур. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2014, № 3, с. 37-44.
4. Милюткин В.А., Цирулев А.П. Возможности повышения продуктивности сельхозугодий влагосберегающими технологиями высокоэффективной техникой «Amazonen-Werke». Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2016, с. 220-224.
5. Милюткин В.А., Соловьев С.А., Макаровская З.В. Оптимизация машинно-тракторного парка агропредприятия при выборе сельхозмашин (сеялок) по основным технико-технологическим показателям. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017, № 4 (66), с. 122-124.
6. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Буксман В.Э. Приоритетные конструктивные и технологические особенности опрыскивателей для защиты растений при техпереворужении агропредприятий АПК. Нива Поволжья, 2018, № 1 (46), с. 97-102.
7. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Инновационные технические решения для внесения жидких и твердых минеральных удобрений одновременно с посевом. Техника и оборудование для села, 2018, № 10, с. 10-12.
8. Милюткин В.А., Канаев М.А., Буксман В.Э. [и др.]. Формирование рационального состава наиболее эффективных разбрасывателей минеральных удобрений для агропредприятий. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017, № 6, с. 111-114.
9. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Внутрипочвенное внесение удобрений агрегатом X TENDER с культиватором CENIUS при высокоэффективном влагонакоплении. Аграрная наука сельскому хозяйству: сборник научно-практической конференции. Алтайский государственный аграрный университет, 2017, с. 41-43.
10. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Повышение эффективности опрыскивателей для внесения жидких минеральных удобрений. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2018, №1 (69), с. 119-122.
11. Буксман В.Э., Милюткин В.А. Инновационные машины для внесения удобрений одновременно с посевом и обработкой почвы. Агрофорум, 2019, № 8, с. 12-14.
12. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Техничко-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования. Агро-форум, 2020, № 2, с. 47-51.

**ADVANTAGES OF LIQUID MINERAL FERTILIZERS ON THE BASE OF KAS-32
IN COMPARISON WITH SOLID FERTILIZERS (AMMONIUM NITRATE)
ON SUNFLOWER AND CORN**

V.A. Milyutkin¹, Doctor of Technical Sciences, professor; V.N. Sysoev¹, Candidate of Agricultural Sciences, assistant-professor; A.N. Makushin¹, Candidate of Agricultural Sciences, assistant-professor; N.G. Dluzhevskiy², technician engineer, deputy director; S.V. Bogomazov³, Candidate of Agricultural Sciences, assistant-professor

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University", Samara, Russia, phone. 8-927-264-41-88, e-mail: oiapp@mail.ru

² Public Joint Stock Company "KuibyshevAzot", Togliatti, Samara Region, Russia, phone. 8-927-784-79-11, e-mail: svrp2@mail.ru

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University", Penza, Russia, phone. 8-927-379-67-05, e-mail: bogomazov.s.v@pgau.ru

The scientific article presents the materials of experimental studies of Samara State Agrarian University to study the effectiveness of liquid mineral nitrogen and nitrogen-sulfur-containing fertilizers based on KAS-32 in comparison with solid one (ammonium nitrate) produced by PAO Kuibyshev-Azot (Togliatti, Samara region). The experiment was carried out in the technologies of row crops cultivation: sunflower and corn (for grain), using both agricultural machines of AO Eurotehnika (Samara) and the AMAZONEN-Werke company (Germany).

Keywords: machinery, technology, "MINI-Till", liquid fertilizers, application, yield, quality, sunflower, corn.

References

1. Milyutkin V.A., Buksman V.E., Kanaev M.A. Highly efficient equipment for energy-, moisture-, resource-saving world technologies Mini-Till, No-Till in the system of precision farming in Russia: monograph. Kinel: RIO of Samara State Agricultural Academy, 2018, 182 p.
2. Milyutkin V.A. Effective policy of agricultural engineering firms in the development of intelligent technologies in agriculture in Russia. *Agroforsite*, 2017, № 2, p. 1-5.
3. Milyutkin V.A., Dolgorukov N.V. Conservation agricultural technologies and equipment for the cultivation of agricultural crops. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 2014, № 3, p. 37-44.
4. Milyutkin V.A., Tsirulev A.P. Possibilities of increasing the productivity of agricultural lands with moisture-saving technologies of Amazonen-Werke highly efficient equipment. *The Current State and Prospects for the Development of the Agro-industrial Complex: materials of the international scientific and practical conference. Kurgan State Agricultural Academy n.a. T.S. Maltsev*, 2016, p. 220-224.
5. Milyutkin V.A., Soloviev S.A., Makarovskaya Z.V. Optimization of the machine and tractor fleet of an agricultural enterprise when choosing agricultural machines (seeders) according to the main technical and technological indicators. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2017, № 4 (66), p. 122-124.
6. Milyutkin V.A., Tolpekin S.A., Buksman V.E. Priority design and technological features of sprayers for plant protection during technical re-equipment of agricultural enterprises of the agro-industrial complex. *Niva Povolzhya*, 2018, № 1 (46), p. 97-102.
7. Milyutkin V.A., Buksman V.E. Innovative technical solutions for applying liquid and solid mineral fertilizers simultaneously with sowing. *The Machinery and Equipment for Rural Area*, 2018, № 10, p. 10-12.
8. Milyutkin V.A., Kanaev M.A., Buksman V.E. [et al.]. Formation of a rational composition of the most efficient spreaders of mineral fertilizers for agricultural enterprises. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2017, № 6, p. 111-114.
9. Milyutkin V.A., Buksman V.E. Intra-soil fertilization with the X TENDER unit with the CENIUS cultivator with highly efficient moisture accumulation. *Agrarnaya Nauka Selskomu Khozyaystvu: a collection of the scientific and practical conference. Altai State Agrarian University*, 2017, p. 41-43.
10. Milyutkin V.A., Buksman V.E. Improving the efficiency of sprayers for applying liquid mineral fertilizers. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2018, № 1 (69), p. 119-122.
11. Buksman V.E., Milyutkin V.A. Innovative machines for applying fertilizers simultaneously with sowing and tillage. *Agroforum*, 2019, № 8, p. 12-14.
12. Milyutkin V.A., Dluzhevsky N.G., Dluzhevsky O.N. Feasibility study of the effectiveness of liquid mineral fertilizers based on KAS-32, the feasibility and possibility of expanding their use. *Agroforum*, 2020, № 2, p. 47-51.