

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ ЖИДКИХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗАПАСЫ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.Г. Ганусевич

Гродненский государственный аграрный университет, Г. Гродно, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В мировой практике имеется широкий спектр жидких азотсодержащих удобрений типа КАС, в том числе и медленнодействующих их форм, которые находят широкое применение в сельскохозяйственном производстве. Они применяются в смесях со средствами защиты растений, например: в сельском хозяйстве Германии около 70% КАС совмещается с гербицидами, КАС с регуляторами роста растений (20%) и в значительно меньшей мере – с фунгицидами (9%) и инсектицидами (1%) [1, 2, 3].

Растворы КАС – хорошее жидкое азотное удобрение, представляющее собой раствор карбамида и аммиачной селитры. На их основе возможно получение комплексных удобрений, в состав которых могут входить как микроэлементы, так и регуляторы роста растений. КАС применяется под все сельскохозяйственные культуры как в качестве основного удобрения, так и для подкормки зерновых и других культур [4].

КАС широко применяется в Беларуси. На ОАО «Гродно-Азот» выпускается в зависимости от содержания азота в удобрении, три формы КАС: КАС-28, КАС-30, КАС-32. В промышленном масштабе освоено и производство КАС с регулятором роста растений «гидрогумат». Включение регуляторов роста растений в состав твердых и жидких азотных удобрений позволяет полнее реализовать потенциальные возможности удобрений, регулировать рост и развитие растений, повысить устойчивость сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам внешней среды и болезням, увеличить их продуктивность и улучшить качество продукции [5, 6, 7]. Промышленное производство КАС с микроэлементами (медью) в республике освоено и на ОАО «Лесохимик» (г. Борисов).

Достоинством КАС являются: низкие трудовые затраты на производство и применение по сравнению с другими жидкими и твердыми азотными удобрениями, небольшая себестоимость оборудования, высокая точность дозирования, сравнительно низкие потери азота при поверхностном внесении, равномерность распределения по полю и т.д. [7].

Для современного сельскохозяйственного производства проблема создания и применения новых форм азотных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ, и изучение их влияния на запасы минерального азота в почве при возделывании зерновых культур, в том числе и яровой пшеницы, является весьма актуальной.

Азот в почве образуется при разложении азотистых веществ и доступен растениям преимущественно в нитратной и аммонийной формах, которые являются основными для питания растений. Аммиачный азот, являясь продуктом жизнедеятельности аммонифицирующих бактерий, быстро поглощается почвой и удерживается на поверхности почвенных частиц силами физико-химической адсорбции. Нитратный азот образуется в результате нитрификации аммонийного азота и находится в почвенном растворе. Он легко передвигается с током влаги к корням и поступает в растение [8].

Накопление и перераспределение минеральных форм азота (сумма нитратных и аммонийных соединений) в пахотном и подпахотном горизонтах дерново-подзолистых легкосуглинистых почв при возделывании зерновых культур существенно изменяется в зависимости от применяемых систем и форм удобрений [9]. Содержание минерального азота в почве к посеву яровой пшеницы зависит от многих факторов: от предшествующих культур, их урожая, сроков посева, уборки, вспашки зяби. После озимых, бобовых и однолетних трав почва относительно рано освобождается от культур и способна к посеву яровой пшеницы накопить значительно больше минерального азота, чем после яровых зерновых [10].

В последние годы в интенсивных технологиях возделывания многих сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой пшеницы, широко применяются в качестве некорневых подкормок микроэлементы в форме сульфатов, хелатов (АДОБ медь, АДОБ марганец) или жидких комплексных удобрений с хелатными формами микроэлементов (Басфолиар и др.) [11].

Известно также применение под озимые зерновые культуры микроэлементов в форме сульфатов в дозах по меди (Cu) – 50 г/га д.в. и марганцу (Mn) – 50 г/га д.в., которые вносятся в качестве некорневых подкормок по фазам растений – конец кушения, последний флаговый лист, а под яровые – Cu-50 г/га д.в. и Mn-50 г/га д.в. – фаза первого или второго узла [12].

Цель исследований – изучить влияние новых форм и доз и жидких азотных (КАС) и комплексных (ЖКУ) удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста растений, при разных способах их внесения (в один прием, дробно, некорневые подкормки), на содержание и запасы минерального азота в пахотном горизонте (слой 0-(25-32) см) дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при возделывании яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка эффективности жидких азотных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ при возделывании яровой пшеницы сорта Рассвет проводилась (2006-2008 гг.) в полевых опытах, заложенных на дерново-подзолистой суглинистой, развивающейся на легких суглинках, подстилаемых с глубины 0,50-0,55 см моренными суглинками, почве.

Полевые опыты в 2006 г. проводили на сортоиспытательном участке УО «ГГАУ» (д. Грандичи), в 2007-2008 гг. – на производственном участке «Лапенки» УО СПК «Путришки» Гродненского района Гродненской области. Площадь делянок в полевых опытах составляла в 2006 г. – 48 м², 2007 г. – 36 и 2008 г. – 39 м², учетная – 35, 25 и 30 м², повторность – 4-кратная.

Агрохимические показатели пахотных горизонтов почв на момент закладки полевых опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика пахотных горизонтов дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы перед закладкой полевых опытов

Год исследований	Мощность пахотного горизонта, см	рН	Гумус %	P	K	Ca	Mg	мг/кг почвы				
								S	B	Cu	Zn	Mn
2006	25	6,3	2,1	235	300	1166	141	9,0	0,72	3,7	2,6	0,71
2007	29	6,3	2,0	205	245	1278	102	8,5	0,78	3,9	3,7	0,75
2008	32	6,2	2,1	216	213	1306	131	9,0	0,75	3,2	3,9	0,75

Данные в табл. 1, свидетельствуют, что исследования агрохимической эффективности жидких азотных удобрений проводились на почве со средним содержанием гумуса, повышенным содержанием фосфора, калия, кальция, средним содержанием магния и серы, высоким содержанием меди и низким содержанием марганца, средним по цинку и высоким по бору.

В качестве минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы применяли: азотные – КАС стандартный (ст), КАС с добавками микроэлементов (меди, марганца, или совместно меди и марганца) и регуляторов роста растений – «эпин», «гидрогумат», или совместно микроэлементов и регуляторов роста растений «гидрогумат» или «эпин»; фон – фосфорные (аммонизированный суперфосфат) и калийные (гранулированный хлористый калий). Фосфорные и калийные удобрения вносили в дозе P₅₅K₁₂₀ (среднее за три года) до посева, азотные – N₉₀ (в один прием, в предпосевную культивацию), N₆₀₊₃₀ и N₆₀₊₃₀₊₂₀ (N₆₀ – в предпосевную культивацию, N₃₀ в стадию первого узла и N₂₀ – в фазу колошения, для улучшения качества зерна).

В схеме опыта применялись жидкие азотные удобрения КАС с Cu₁, Cu₂, Cu₃, где при дозе N₉₀ с КАС вносилось меди (Cu₁) – 0,6 кг/га, Cu₂ – 1,2 кг/га, Cu₃ – 0,45 кг/га, соответственно марганца с Mn₁ – 0,3 и Mn₂ – 0,6 кг/га.

В качестве некорневых подкормок по вегетации растений яровой пшеницы применяли микроэлементы (медь, марганец) в форме сульфатов, или жидкие комплексные удобрения (марка N-P-K = 8-4-9 с Cu и Mn – в хелатной форме), выпускаемые ОАО «Гомельский химический завод» и хелаты железа.

Почвенные образцы на определение минеральных форм азота отбирались из пахотного горизонта перед закладкой полевых опытов и на момент уборки яровой пшеницы. Нитратный азот и обменный аммоний определяли фотометрически, согласно ГОСТ 26488-85 и 26489-85.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что содержание нитратного азота весной, перед закладкой опытов с яровой пшеницей, в годы исследований на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, различалось незначительно и находилось в пределах: в 2006 г. – от 11,6 до 12,0 мг/кг почвы, 2007 – 12,6-14,2 и 2008 г. 13,0-13,9 мг/кг почвы. Содержание аммонийного азота было значительно ниже и составляло в 2006 г. – 7,8-8,2 мг/кг почвы, 2007 г. – 8,0-8,2 и 2008 г. – 8,0-8,4 мг/кг почвы. К осени содержание нитратного азота уменьшалось в 3-4 раза по сравнению с весенним его содержанием, а аммонийного уменьшалось незначительно (табл. 2).

Запасы минерального азота, в целом, были довольно высокими перед посевом яровой пшеницы: 82,9-84,6 кг/га (2006 г.) и 90,1-94,8 кг/га (2007-2008 гг.). В 2007 г. запасы минерального азота к концу вегетации яровой пшеницы при дозе внесения N_{60} кг/га д.в. увеличились на 2,1 кг /га почвы, N_{90} – на 2,5 и N_{120} – на 2,9 кг/га, по сравнению с контрольным вариантом, соответственно в 2008 г. – на 1,2, 1,2 и 2,5 кг/га, табл. 3. Приведенные данные показывают, что применение возрастающих доз КАС (от 60 до 120 кг/га д.в. азота) под яровую пшеницу увеличивает к осени накопление минеральных форм азота в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

Влияние КАС с добавками микроэлементов и биологически активных веществ и способов его внесения (в один прием и дробно) на изменение запасов минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве приведено в табл. 4. Не выявлено существенной разницы в запасах минерального азота в почве за вегетационный период яровой пшеницы в зависимости от применения КАС с различными модифицирующими добавками, по сравнению со стандартной формой КАС (базовым вариантом). В частности, запасы минерального азота при внесении КАС с модифицирующими добавками в дозе N_{90} кг/га д.в. перед посевом яровой пшеницы, изменялись к осени в пределах от 44,5 до 47,8 кг/га, при их содержании в базовом варианте – 47,8 кг/га, соответственно при внесении азота дробно N_{60+30} эти показатели были в пределах от 45,7 до 48,0 и 47,8 кг/га. Изменение этих показателей можно проследить в длительных стационарных опытах, где эти удобрения применяются в течение одной или двух ротаций севооборота [2]. Однако следует отметить, что в вариантах, где применялась медленнодействующая форма КАС с микроэлементами, или микроэлементами и регулятором роста растений, к осени, содержание нитратного азота в почве снижалось на 0,6-2,5 кг/га, по сравнению с базовым вариантом, что является положительным моментом, так как в этот период потери нитратного азота при вымывании увеличиваются.

Установлено (2007-2008 гг.), что при внесении азота в полной дозе перед посевом (N_{90} кг/га д.в.) нитратный азот использовался растениями яровой пшеницы более активно, чем при внесении такой же дозы азота в два приема. Содержание аммонийного азота и его запасы в годы исследований при внесении азотных удобрений как дробно, так и в один прием, изменялись за вегетационный период примерно в одних и тех же пределах (28,0-29,9 и 28,6-29,9 кг/га).

По способу внесения как при основном внесении, так и при внесении азота дробно, содержание минерального азота сильно не различалось. Из этого можно сделать вывод, что способ и формы жидких азотных удобрений существенного влияния на содержание азота и усвоение растениями нитратной и аммонийной формы не оказывают за вегетационный период возделывания яровой пшеницы (табл. 4).

Некорневые подкормки яровой пшеницы микроэлементами в форме сульфатов, или жидкими комплексными удобрениями с хелатными формами микроэлементов (ЖКУ) и хелатами железа оказали равноценное действие как на содержание азота, так и его запасы в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (табл.4).

Таблица 2

Влияние доз КАС на содержание азота в почве за период вегетации яровой пшеницы, 2006-2008 гг.

Варианты	Содержание азота, мг/кг почвы																	
	N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄	
	вес- на	осен- ь	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осен- ь	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осень	вес- на	осе- нь	весна	осе- нь
	2006 г.						2007 г.						2008 г.					
1. Контроль без удобрений	11,8	2,8	8,2	7,9	20,0	10,7	13,5	4,0	8,1	6,8	21,6	10,8	13,7	3,8	8,1	6,4	16,2	13,2
2. N _{10,7} P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	12,0	3,0	7,8	7,7	19,8	10,7	13,8	4,1	8,0	6,6	21,8	10,7	13,9	4,0	8,1	6,7	16,1	13,3
3. Фон + N ₆₀ (КАС) ₀	-	-	-	-	-	-	12,6	4,3	8,2	7,0	20,8	11,3	13,0	3,9	8,4	6,6	16,6	13,6
4. фон + N ₉₀ (КАС)	11,6	3,0	8,0	7,7	19,6	10,7	13,3	4,3	8,2	7,1	21,5	11,4	13,3	3,6	8,0	6,9	16,2	14,0
5. фон + N ₁₂₀ (90+30) КАС	-	-	-	-	-	-	14,2	4,8	8,2	6,7	22,4	11,5	13,7	3,8	8,2	7,0	16,4	13,7
НСР ₀₅	0,59	0,15	0,40	0,39	0,71	0,33	0,67	0,22	0,41	0,34	0,97	0,50	0,68	0,23	0,49	0,40	0,73	0,41

Таблица 3

Влияние доз КАС на запасы минерального азота в почве за период вегетации яровой пшеницы, 2006-2008 гг.

Варианты	Запас азота (слой почвы 0-30 см), кг/га																	
	N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ + N-NH ₄	
	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осе- нь	вес- на	осень	вес- на	осе- нь	весна	осе- нь
	2006 г.						2007 г.						2008 г.					
1. Контроль без удобрений	49,9	11,8	34,7	33,4	84,6	45,2	57,1	16,9	34,3	28,8	91,4	45,7	58,0	16,1	34,3	27,1	92,3	43,2
2. N _{10,7} P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	50,8	12,7	33,0	32,6	83,8	45,3	58,4	17,3	33,8	27,9	92,2	45,2	58,8	16,2	34,3	27,3	93,1	43,5
3. Фон + N ₆₀ (КАС) ₀	-	-	-	-	-	-	57,5	18,2	34,7	29,6	92,2	47,8	55,0	16,5	35,5	27,9	90,5	44,4
4. фон + N ₉₀ (КАС)	49,1	12,7	33,8	32,6	82,9	45,3	56,3	18,2	34,7	30,0	91,0	48,2	56,3	15,2	33,8	29,2	90,1	44,4
5. фон + N ₁₂₀ (90+30) КАС	-	-	-	-	-	-	60,1	20,3	34,7	28,3	94,8	48,6	58,0	16,1	34,7	29,6	92,7	45,7
НСР ₀₅	2,31	0,57	1,36	1,22	4,85	1,89	2,95	0,93	1,76	1,47	5,08	2,09	2,80	0,79	1,69	1,39	4,86	2,34

Таблица 4

Влияние КАС с модифицирующими добавками и некорневых подкормок ЖКУ на запасы минерального азота в почве за период вегетации яровой пшеницы , 2007-2008 гг.

Варианты	Запас азота (слой почвы 0-30 см), кг/га													
	N ₉₀ основное внесение						N ₆₀ (основное)+ N ₃₀ (подкормка)							
	N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ +N-NH ₄		N-NO ₃		N-NH ₄		N-NO ₃ +N-NH ₄			
	вес-на	осень	вес-на	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Контроль без удобрений	57,6	16,5	34,3	28,0	91,9	44,5	-	-	-	-	-	-	-	-
P ₆₀ K ₁₂₀ (фон) + N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки Си и Мп – базовый вариант	56,3	18,2	34,3	29,6	90,6	47,8	57,8	18,0	35,3	29,9	93,1	47,8	-1,5	
Фон + N ₉₀ КАС с Си1	58,0	16,7	34,5	29,6	92,4	46,3	-	-	-	-	-	-	-	
Фон + N ₉₀ КАС с Си ₂	57,6	17,4	34,9	29,0	92,5	46,3	56,9	17,4	34,3	28,6	91,2	45,9	0,4	
Фон + N ₉₀ КАС с Си ₁ и регулятор роста растений "гидрогумат"	59,3	17,4	34,3	29,4	93,5	46,8	59,2	18,2	34,9	29,4	94,1	47,6	-0,8	
Фон + N ₉₀ КАС с Мп ₁	59,0	17,4	34,3	29,0	93,3	46,4	-	-	-	-	-	-	-	
Фон + N ₉₀ КАС с Мп ₂	58,6	17,6	34,7	29,6	93,3	46,2	-	-	-	-	-	-	-	
Фон+N ₉₀ КАС с Си ₁ +Мп ₁	58,0	17,6	35,8	29,9	93,7	47,5	57,4	18,4	34,5	29,6	91,9	48,0	-0,5	
Фон + N ₉₀ КАС с Си ₁ +Мп ₁ +регулятор роста растений "гидрогумат"	58,6	15,7	35,2	29,4	93,7	45,1	59,1	16,1	35,1	29,6	94,2	45,7	-0,6	
Фон + N ₉₀ КАС с регулятором роста растений "Эпин ₁ "	58,4	17,6	34,5	29,6	92,9	47,2	59,0	18,0	34,5	29,6	93,5	47,6	-0,4	
Фон + N ₉₀ КАС с Си ₁ +Мп ₁ +регулятор роста растений "эпин"	58,0	17,4	34,7	29,6	92,7	47,0	58,2	17,6	34,9	29,2	93,1	46,8	0,2	
Фон +N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки ЖКУ, 3 л/га	57,6	16,5	34,3	28,0	91,9	44,5	-	-	-	-	-	-	-	
Фон +N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки ЖКУ, 6 л/га	56,3	16,7	34,3	29,6	90,6	46,3	-	-	-	-	-	-	-	
Фон +N ₉₀ (КАС ст) + некорневые подкормки хелаты Fe, 3 л/га	58,6	17,6	34,9	29,2	93,5	46,7	-	-	-	-	-	-	-	
НСП ₀₅	3,08	0,61	1,84	1,56	4,83	2,35	3,12	0,95	1,86	1,58	4,93	2,35		

ВЫВОДЫ

1. Не выявлено существенного влияния жидких азотных удобрений (КАС) с добавками микроэлементов (меди и марганца) и регуляторов роста растений, а также жидких комплексных удобрений (ЖКУ), используемых в качестве некорневых подкормок по фазам развития растений яровой пшеницы на изменение содержания и запасов минерального азота в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве за вегетационный период.

2. Содержание и запасы нитратной формы азота за вегетационный период яровой пшеницы уменьшались, по сравнению с весенними, что свидетельствует о более интенсивном использовании их растениями, по сравнению с аммонийной формой азота.

3. Накопление нитратной формы азота в слое 0-30 см дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы к концу вегетации яровой пшеницы при применении КАС с модифицирующими добавками снижается, по сравнению с внесением стандартной формы КАС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wolder, D. Tanrmischungen im Getreide: Was geht, was geht nicht / D. Wolber // Top Agrar. – 2000. – № 2. – S. 70-71.

2. Fychs, M. Kombination von N-Flussigdünger und Pflanzenschutzmitteln / M. Fychs., H. Wozniak // Neue Landwirtschaft. – 1999. – № 1. – S. 52-54.

3. Mauch-Mani B., Metraux I.P. Salicylic acid and systemic acquired resistance to pathogen attack // Annals of Botany. 1998. – V. 82. – P. 535-540.

4. Минеев, В.Г. Состояние и перспективы применения минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии / В.Г.Минеев // Агрохимия. – 2003. – № 8. – С.5-11.

5. Применение карбамид-аммиачной смеси под основные сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Ф.Н. Леонов [и др.]; под общ. ред. Ф.Н. Леонова. – Минск, 2004. – 12 с.

6. Пироговская, Г.В. Медленнодействующие удобрения / Г.В.Пироговская. – Минск, 2000. – 288 с.

7. Кудеярова, Г.Р. Гормоны и минеральное питание / Г.Р. Кудеярова, И.Ю. Усманов // Физиология и биохимия культурных растений, 1991. – Т.23. – № 3. – С. 232-244.

8. Большая советская энциклопедия / Советская энциклопедия. Москва, 1970. – Т 21. – с. 266.

9. Семененко, Н.Н. Азот в земледелии Беларуси / Н.Н. Семененко, Н.В. Невмержицкий. – Минск: Хата, 1997. – 193 с.

10. Чуб, М.П. Влияние удобрений на качество зерна яровой пшеницы / М.П.Чуб. – Москва: Россельхозиздат, 1980. – 68 с.

11. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 389 с.

12. Системы применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / редкол. М.В. Рак [и др.]. – Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 28 с.

INFLUENCE OF NEW FORMS OF LIQUID NITROGEN FERTILIZERS ON MINERAL NITROGEN SUPPLY IN SOD-PODZOLIE LIGHT LOAMY SOIL BY SPRING WHEAT CULTIVATION

A.G. Ganusevich

Summary

In the article the results of field investigations (2006-2008) on the effect of liquid nitrogen fertilizers KAS with addition of microelements and biological active substances and liquid complex fertilizers (LCF) using as outside root application of fertilizers on content and supply exchange of mineral nitrogen in sod-podzolie light loamy soil for vegetative period of spring wheat variety "Rassvet" are presented.

Поступила 11 мая 2009 г.