

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКИХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Г.В. ПИРОГОВСКАЯ, д.с.-х.н. (РУП ИПА); Л.А. ВЕРЕМЕЙЧИК, к.с.-х.н., доцент;
Т.М. ДАЙНЕКО, ст. преподаватель (БГАТУ)

Основными недостатками твердых азотных удобрений являются гигроскопичность, слеживаемость, высокая растворимость и вымываемость из почвы. Для снижения потерь питательных элементов перспективно применение медленнодействующих удобрений [1]. Применение этих удобрений позволяет уменьшить вымывание из почвы азота и водорастворимого гумуса на 30 %, снизить накопление нитратов в картофеле, овощах и кормовых культурах на 15-30 %, а также уменьшить суммарные затраты энергии на тонну прибавки урожая в среднем на 25 % [2].

В последние годы в мировой практике наблюдается тенденция к росту производства и применения жидких минеральных удобрений, в том числе и азотных, так как они являются наиболее экономичными по способу производства и применения [3-4]. При этом эффективность жидких минеральных удобрений равна, а в некоторых случаях выше эквивалентного количества твердых минеральных удобрений [5-6]. В США, Германии, Чехии и других странах проводятся исследования по разработке и применению в сельском хозяйстве медленнодействующих жидких азотных удобрений [7-8]. Например, в Чехии разработано 12 видов удобрений продленного срока действия на основе жидкого азотного удобрения ДАМ-390 с добавками мочевино-формальдегидных конденсатов типа «диакол» и «умакол» с различной растворимостью (от 1,2 до 2,5).

Применение этих удобрений обеспечивает получение прибавок урожая зерна овса от 6,9 до 49,8 %, горчицы – до 80,8-90,3 % [9].

В Республике Беларусь наиболее распространенным жидким азотным удобрением является КАС, на долю которого приходится около 35 % от общего объема выпускаемых азотных удобрений. КАС – это безаммиачная смесь водных растворов карбамида и аммиачной селитры. Отношение амидной, аммиачной и нитратной форм азота в нем 2:1:1, практически не содержит свободного аммиака – 0,3-0,5 %. Содержание азота составляет 28-32 %, плотность при 20°C от 1,26-1,27 до 1,30-1,31 г/см³, вязкость при 15°C от 4,07 до 7,34 МПа с, соответственно. На основе КАС разработано медленнодействующее удобрение КАС с добавкой СНПГ (сильнонабухающего полиэлектролитного гидрогеля), содержащее 29-30 % азота, плотность при 20°C от 1,27 до 1,28 г/см³, вязкость при 15°C от 5,56 до 7,20 МПа с.

Степень растворения его в воде и в почве в 1,2-1,8 раза медленнее, чем стандартного КАС. Добавка СНПГ представляет собой редкошитый водорастворимый полимер (ВРП) – продукт щелочного гидролиза полиакрилонитрильного волокна, обладающий способностью адсорбировать значительные количества воды и являющийся хорошей модифицирующей связующей полимерной добавкой для получения удобрений пролонгированного срока действия.

Целью работы явилась сравни-

тельная оценка эффективности жидких азотных удобрений КАС и КАС с СНПГ по действию их на урожай и качество сельскохозяйственных культур.

Исследования проводили в полевых и микрополевым опытах на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава: временно избыточно увлажняемой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке (почва 1) в экспериментальной базе «Курасовщина» Минского района, аморфной песчаной почве, развивающейся на связных песках, подстилаемых с глубины 0,3 м рыхлыми песками (почва 2) в совхозе «Подолесье» Речицкого района Гомельской области, временно избыточно увлажняемой супесчаной почве, развивающейся на супеси рыхлой песчанистой, подстилаемой с глубины 0,4-0,6 м моренным суглинком (почва 3) в колхозе «Дружба» Узденского района Минской области.

Пахотный горизонт (Апах) опытных участков имел следующую агрохимическую характеристику. Почва 1 – рН_{сол} 5,6-5,8, гидроролитическая кислотность 0,9-1,9 мэкв в 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 78-91 %, содержание гумуса 2,20-2,54 %, подвижного фосфора 265-315 и калия 162-216 мг/кг почвы, обменного кальция 860-1130 и магния 96-120 мг/кг почвы. Опытный участок имел высокую обеспеченность цинком – 8,9 мг/кг почвы (3 группа) и среднюю медью – 2,6 мг/кг (2 группа).

Почва 2 – рНсол 5,9-6,4, содержание гумуса 2,2-2,5 %, подвижного фосфора 204-266 и калия 79-116 мг/кг почвы, обменного кальция 400-490 и магния 36-146 мг/кг почвы, цинка 6,0 (3 группа) и меди 1,2 мг/кг почвы (1 группа).

Почва 3 – рНсол. 5,8-6,0, содержание гумуса 1,8-2,0 %, подвижного фосфора 180-200 и калия 150-180 мг/кг почвы, обменного кальция 600-800 и магния 96-120, серы 1,4-3,5 мг/кг. Опытный участок имел среднюю обеспеченность микроэлементами (2 группа): содержание меди 3,02 мг/кг почвы, цинка 3,1, марганца 5,0, бора 0,5 мг/кг.

Погодные условия в годы проведения исследований отличались температурными условиями и количеством осадков за вегетационный период. Например, по Минскому району вегетационный период 1995 г. характеризовался как засушливый (гидротермического коэффициента – ГТК= 0,97), 1996 – слабо засушливый (1,31), 1997 – умеренно влажный (1,58), 1998 г. – избыточно увлажненный (2,6) при среднемноголетнем значении ГТК 1,63. Вегетационный период 1995 г. по Узденскому району определялся как умеренно влажный (1,58) и был близок среднемноголетнему значению (1,50). В Речицком районе при среднемноголетней величине ГТК=1,47 период вегетации 1996 г. был умеренно влажным (ГТК= 1,66), 1997 – засушливым (0,95), 1998 г. – также, как и в Минском районе избыточно увлажненным (2,9).

Исследования проводили в полях севооборотов как с отдельными культурами (озимая рожь, яровой ячмень, овес, картофель), так и в звене севооборотов (почва 1 ячмень – озимая рожь - горохо-овсяная смесь; почва 2 горохо-овсяная смесь – озимая рожь – картофель). Для посева и посадки использовали районированные сорта. Общая площадь делянок полевых опытов 12-44 м², учетная 8-30 м². Повторность полевых опытов четырехкратная, микропо-

левого – шестикратная. Площадь сосуда без дна в микрополевым опыте 0,1 м². Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур общепринятая для данных почвенно-климатических условий.

Для зерновых культур и однолетних трав фосфорно-калийный фон – P₃₀K₉₀ (почва 1,3), P₄₀K₉₀ (почва 2), для картофеля – P₃₀K₁₁₀ (почва 1), P₄₀K₉₀ (почва 2). Эффективность удобрений на картофеле изучалась на фоне внесения 60 т/га навоза.

Результаты исследований по оценке эффективности жидких азотных удобрений в поисковых опытах на дерново-подзолистых легкосуглинистой и супесчаной почвах приведены в табл. 1.

В микрополевым опыте на легкосуглинистой почве при дозе N₉₀ урожайность зерна овса в вариан-

та зерна к КАС от внесения КАС с СНПГ со степенью замедления растворимости азота в 1,8 раза составила 0,41 (или 19,2 %), а со степенью замедления в 1,3 раза – 0,70 т/га (или 32,9 %). Существенных различий между медленнодействующими удобрениями с различной степенью растворимости азота не выявлено – прибавка 0,29 т/га находится в пределах НСР. Более высокая эффективность на ячмене, культуре короткого периода вегетации, получена от жидкого азотного удобрения с меньшей степенью замедления растворимости азота (1,3 раза).

В исследованиях 1996-1998 гг. было продолжено изучение эффективности жидких азотных удобрений на различных сельскохозяйственных культурах. При применении их под ячмень в дозе N₆₀ на легкосуглинистой почве

1. Урожайность овса и ячменя в зависимости от применяемых жидких азотных удобрений (1995 г.)

Варианты	Овес			Ячмень		
	Урожайность зерна, г/сосуд	Прибавка зерна к фону		Урожайность зерна, т/га	Прибавка зерна к фону	
		г/сосуд	%		т/га	%
Дерново-подзолистая						
легкосуглинистая						
1. P ₃₀ K ₉₀ - фон	24,8	-	-	1,42	-	-
2. Фон + N ₉₀ КАС	41,2	16,4	66,1	2,13	0,71	50,0
3. Фон + N ₉₀ КАС с СНПГ (1,3)	49,3	24,5	98,8	2,83	1,41	99,3
4. Фон + N ₉₀ КАС с СНПГ (1,8)	-	-	-	2,54	1,12	78,9
4. Фон + N ₉₀ карбамид	39,4	14,6	58,9	-	-	-
5. Фон + N ₉₀ карбамид м/д *	42,0	17,2	69,3	-	-	-
6. Фон + N ₉₀ сульфат аммония	36,1	11,3	45,6	-	-	-
7. Фон + N ₉₀ сульфат аммония м/д	49,0	24,2	97,6	-	-	-
НСР ₀₅	2,1	-	-	0,34	-	-

Примечание. * м/д – медленнодействующий

тах с медленнодействующими удобрениями была в 1,1-1,3 раза выше стандартных форм. Жидкое азотное стандартное удобрение КАС не уступало по действию на урожай овса твердым, карбамиду и сульфату аммония, а медленнодействующая форма КАС повышала его на 19,7 %.

На супесчаной почве в поле-вом опыте с ячменем прибавка

наиболее высокая урожайность зерна в среднем за три года, хотя и недостоверная по отношению к КАС, была получена от применения КАС пролонгированного срока действия (4,84 т/га) с оплатой каждого внесенного килограмма азота 10,2 кг зерна (табл.2). Прибавка зерна к стандартному КАС в данном варианте в среднем за три года составила 0,25 т/га, ко-

эффицент использования азота был выше на 8 %. В целом во все годы исследований отмечалась устойчивая тенденция к увеличению урожайности зерна от КАС с СНПГ на 4,8 - 6,1 %.

Результаты исследований (1996-1997 гг.) на озимой ржи показали, что применение КАС с добавкой СНПГ в виде подкормки не имело преимущества по сравнению со стандартной формой (табл.2).

Применение медленнодействующего КАС под картофель на легкосуглинистой почве при погодных условиях близких среднетемпературным (1997 г.), в дозе N_{80} достоверно не увеличивало урожай

клубней по сравнению со стандартной формой (16,80 т/га против 16,31 при $НСР_{05} = 1,07$ т/га), а на песчаной в условиях влажного 1998 г. при дозе N_{60} обеспечило наибольшую прибавку урожая - 4,02 т/га (табл.3). В данном варианте также отмечена наивысшая оплата килограмма азота клубнями - 160,3 кг.

Продуктивность звена севооборота на легкосуглинистой почве (1996-1998 гг.) при внесении КАС составила 5,81 т к.ед./га, КАС с СНПГ - 6,06 (при $НСР_{05} = 0,31$ т к.ед./га), соответственно на песчаной почве 4,89 и 5,21 т к.ед./га (при $НСР_{05} = 0,30$ т к.ед./га). Прибавка медленнодействующего

КАС к стандартной форме была равна 4,3 и 6,5 %.

Оценка эффективности жидких азотных удобрений производилась и по их влиянию на качество сельскохозяйственной продукции, в частности по содержанию белка в зерне и нитратов в клубнях картофеля (табл.4-6). В среднем за три года исследований содержание белкового азота в зерне ячменя при внесении КАС составило 1,79 %, КАС с СНПГ - 1,85 %, что на 0,07 и 0,13 % было выше фона РК (табл.4). Достоверное увеличение (на 0,16 %) белкового азота в зерне от медленнодействующего КАС по отношению к стандартному наблюдалось только в условиях умеренно влажного 1997 г.

Аналогичное действие на белковость зерна ячменя и овса получено от медленнодействующих удобрений на дерново-подзолистых супесчаной и легкосуглинистой почвах в 1995 г. (табл. 5-6). В частности, в варианте с сульфатом аммония с защитным покрытием данный показатель был выше, чем в варианте со стандартным удобрением на 0,04 %; КАС с СНПГ (1,3) - на 0,07-0,10 %; карбамидом медленнодействующим на 0,19%. Существенных изменений в химическом составе зерна по содержанию фосфора, калия, кальция и магния от применения медленнодействующих удобрений не установлено.

Кроме того, на легкосуглинистой и песчаной почвах установлено положительное влияние применения медленнодействующего КАС на снижение (на 20-23 %) содержания нитратов в клубнях картофеля по сравнению со стандартной формой.

Выводы

1. Использование жидких азотных удобрений (КАС, КАС с СНПГ) на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе на легкосуглинистых - яч-

2. Влияние жидких азотных удобрений на урожайность зерновых культур на легкосуглинистой почве

Варианты	Урожайность, т/га					Прибавка зерна, т/га		Окуп аемос ть I кг N зерно м, кг	КИУ Нуд, % от внесенно го (в среднем)
	зерна				солом ы	к фону	к КАС, +/-		
	1996г	1997г	1998г	средн ее					
Яровой ячмень									
1. Без удобрений	3,22	4,92	3,97	4,04	2,36	-	-	-	-
2. $R_{30}K_{90}$ - фон	3,07	5,23	4,40	4,23	2,88	-	-	-	-
3. Фон + N_{60} КАС	3,51	5,71	4,56	4,59	3,26	0,36	-	6,0	28
4. Фон + N_{60} КАС с СНПГ	3,68	6,06	4,79	4,84	3,19	0,61	+0,25	10,2	36
$НСР_{05}$	0,32	0,41	0,34	0,33	0,46	-	-	-	-
Озимая рожь									
1. Без удобрений	2,54	3,28	-	2,91	2,82	-	-	-	-
2. $R_{30}K_{90}$ - фон	2,82	3,63	-	3,23	3,53	-	-	-	-
3. Фон + N_{60} КАС	4,01	4,93	-	4,47	4,66	1,24	-	20,7	50
4. Фон + N_{60} КАС с СНПГ	4,10	4,85	-	4,47	5,15	1,24	-	20,7	48
$НСР_{05}$	0,30	0,37	-	0,20	0,53	-	-	-	-

3. Урожайность картофеля в зависимости от видов КАС

Варианты	Урожай, т/га	Прибавка, т/га		Оплата кг азота клубнями, кг
		к фону	к КАС (+,-)	
Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая (1997 г.)				
1. Без удобрений	14,40	-	-	-
2. $R_{30}K_{110}$	15,21	-	-	-
3. Фон + N_{80} КАС	16,31	1,10	-	13,8
4. Фон + N_{80} КАС с СНПГ	16,80	1,59	+0,49	19,9
$НСР_{05}$	1,07	-	-	-
Почва дерново-подзолистая песчаная (1998 г.)				
1. Без удобрений	24,75	-	-	-
2. $R_{40}K_{100}$	27,18	-	-	-
3. Фон + N_{60} КАС	32,78	5,60	-	93,3
4. Фон + N_{60} КАС с СНПГ	36,80	9,62	+4,02	160,3
$НСР_{05}$	0,91	-	-	-

4. Действие жидких азотных удобрений на содержание белкового азота в зерне ярового ячменя на легкосуглинистой почве, % на воздушно-сухое вещество

Варианты	1996 г.	1997 г.	1998 г.	Среднее
1. Без удобрений	1,84	1,43	1,94	1,73
2. P ₂₀ K ₉₀ - фон	1,90	1,44	1,82	1,72
3. Фон + N ₆₀ КАС	1,84	1,54	2,00	1,79
4. Фон + N ₆₀ КАС с СНПГ	1,84	1,70	2,02	1,85
НСР ₀₅	0,07	0,11	0,07	0,10

5. Химический состав зерна ячменя в зависимости от видов КАС (1995 г.)

Варианты	Содержание основных элементов питания, % на воздушно-сухое вещество					
	N общий	N белковый	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. P ₂₀ K ₉₀ - фон	2,31	2,06	1,59	0,71	0,10	0,12
2. Фон + N ₉₀ КАС	2,26	2,03	1,53	0,73	0,08	0,12
3. Фон + N ₉₀ КАС с СНПГ (1:3)	2,33	2,10	1,54	0,73	0,08	0,13
4. Фон + N ₉₀ КАС с СНПГ (1:8)	2,29	2,02	1,58	0,70	0,08	0,12
НСР ₀₅	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01	0,01

6. Химический состав зерна овса при применении различных форм азотных удобрений (1995 г.)

Варианты	Содержание основных элементов питания, % на воздушно-сухое вещество					
	N общий	N белковый	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. P ₂₀ K ₉₀ - фон	1,67	1,56	0,84	0,70	0,15	0,25
2. Фон + N ₉₀ КАС	1,58	1,48	0,81	0,67	0,17	0,26
3. Фон + N ₉₀ КАС с СНПГ	1,67	1,58	0,83	0,68	0,17	0,26
4. Фон + N ₉₀ карбамид	1,64	1,50	0,86	0,68	0,18	0,28
5. Фон + N ₉₀ карбамид м/д*	1,74	1,69	0,85	0,69	0,17	0,26
6. Фон + N ₉₀ сульфат аммония	1,77	1,67	0,84	0,68	0,18	0,26
7. Фон + N ₉₀ сульфат аммония м/д	1,81	1,71	0,85	0,69	0,17	0,26
НСР ₀₅	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02

меня на 8-14 %, озимой ржи – 38 и картофеля на 7-10 %, супесчаных – ячменя на 50-99 и картофеля – 21-35 % по сравнению с фосфорно-калийным фоном.

2. Применение медленнодействующего КАС (с СНПГ) с невысокой степенью замедления растворимости азота (в 1,3 раза) на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава в основное внесение с заделкой в почву под культуры ярового срока сева (ячмень, овес, картофель) способствует получению, чаще всего в годы с неблагоприятными погодными

условиями, достоверных приростов урожая от 9,4 до 32,9 % по отношению к КАС.

3. При внесении жидкого азотного удобрения пролонгированного срока действия наблюдается тенденция увеличения содержания белкового азота в зерне яровых зерновых культур (ячмень, овес) по сравнению со стандартной формой и снижение (на 20-23 %) содержания нитратов в клубнях картофеля.

Литература

1. Медведева Л.П. Новые виды удобрений для сельского

хозяйства Республики Беларусь: Аналитический доклад. – Мн., 1997. – 11 с.

2. Новые формы азотных удобрений продленного срока действия с добавками биологически активных веществ / Пироговская Г.В., Богдевич И.М., Богомаз И.А. и др. // НТИ и рынок. – 1996. – № 12. – С.18 - 19.

3. Peter J. Flussige Dungkung im tschechoslowakischen Getreidebau // Feldwirtschaft. – 1985. – № 6. – S.249 - 251.

4. Der Einfluss von Ammonnitrat-Harnstoff-Losung als Bruchezusatzmittel auf die Haftfähigkeit kalt vernebelter Pflanzenschutzmittel an Gewachshauskulturen unter Beregnungsbedingungen / Benn W., Jahn M., Kuhn Bd. u.a. // Pflanzenschutz in DDR. – 1990. – № 1. – S.12 - 16.

5. Эффективность жидких минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве / Д.А. Кореньков., Ю.М. Капцынел, Р.И. Синдяшкина и др. // Агрохимия. – 1989. – № 9. – С.130 - 132.

6. Лапа В.В., Жарикова А.М. Применение азотного удобрения КАС в сельскохозяйственном производстве (зарубежный и отечественный опыт) / Аналит. обзор / Белфилиал ВНИИТЭИагропром. – Мн., 1991. – 64 с.

7. Kranz P., Lenz F. Ausnutzung von Ammonium-Deport durch Gemusekulturen // Forschungsber / Rheinische Friedrich-Wilhelms-Univ. Landwirtschaftliche Fak. Bonn. 1991. - H. 1. – S. 132-139.

8. Lamont G.P., Gresswell G.C., Griffith G.J. Nutritional Studies of Christmas Bell // HortScience. – 1990. – Vol. 25, № 11. – P. 1401-1402.

9. Mutinsky J., Svehla J. Karalna hnojiva s pozvolne pusobicim busikem // Agrochemia. Bratislava. –1986. – Т. 26. – № 3. – S. 71-74.