

нием технических средств пользователя.

Испытание предложенного выше методического подхода в практике показала приемлемость его использования. Без существенного изменения он может быть применен и в других предметных областях.

ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

**И.М. Богдевич, академик ААН РБ,
Г.В. Пироговская, С.Е. Головатый (НИГПИПА),
Л.А. Веремейчик, Т.М., Дайнеко (БАТУ)**

Среди большого круга вопросов, связанных с применением минеральных удобрений, на первый план все больше выступают экологические аспекты их использования. Повышение урожайности за счет применения минеральных удобрений оправдано лишь в том случае, если оно не влечет за собой снижения качества продукции.

В настоящее время в ряде стран в ассортименте удобрений значительный удельный вес занимают жидкие минеральные удобрения (КАС, ЖКУ и др.). В странах СНГ и ряде зарубежных стран (США, Франции, ФРГ, Великобритании, Чехословакии и др.) жидкие азотные и комплексные удобрения различного состава широко используются под зерновые, пропашные культуры и бобово-злаковые травосмеси в чистом виде (основное внесение, некорневые подкормки). Опыт этих стран показал, что при производстве и использовании жидких удобрений снижается потребление энергии за счет исключения процессов высушивания, грануляции и упаковки, требуется меньше ручного труда, возможна полная механизация всех процессов транспортировки, хранения и внесения. При этом данные удобрения не слеживаются, их можно смешивать (кроме жидкого аммиака) с макро- и микроэлементами, средствами защиты растений, регуляторами роста растений и другими биологически активными веществами.

В последние годы (1994-1997) в РБ проводятся исследования по переработке ракетного топлива типа "Меланж" в жидкие азотные удобрения. В результате утилизации ракетных окислителей получены опытные образцы (27И, 27П, 20К, 20Ф) жидких азотных удобрений с содержанием общего азота 6-9%. Оценка их агрохимической, экологической и экономической эффективности по сравнению с известными жидкими азотными удобрениями КАС (выпускаемыми Гродненским ПО "Азот") является

весьма актуальной.

Исследования по изучению эффективности вышеуказанных удобрений и оценке действия на экологическое состояние клубней картофеля проводились в 1996 году в учхозе им. Фрунзе Минского района (БАТУ) на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренными суглинками (почва 1). В 1997 году опыты проводились в экспериментальной базе "Курасовщина" Минского района (НИГПИПА) на дерново-подзолистой, временно избыточно увлажняемой суглинистой почве, развивающейся на мощных лессовидных суглинках (почва 2). Почвы характеризовались следующими агрохимическими показателями: почва 1 - рН в КСl - 5,15-5,47, содержание P_2O_5 - 166-198, K_2O - 300-319 мг/кг почвы; почва 2 - рН в КСl - 6,17-6,41, содержание P_2O_5 - 306-365, K_2O - 276-324 мг/кг почвы.

Закладка полевых опытов, посадка картофеля, уход за растениями, уборка и учет урожая, отбор растительных образцов и их агрохимический и химический анализ проводились согласно требованиям проведения полевых опытов с удобрениями. Аналитическая обработка материалов опытов 4-х кратная, площадь делянок 30-32 м². В основу изучения поставленных вопросов в работе с удобрениями типа "Меланж" положен комплексный метод в системе почва - удобрение - растение.

Исследования проводили лабораторными и полевыми методами. В качестве контроля для жидких удобрений 27И, 27П, 20К, 20Ф использовали широко применяемое жидкое азотное удобрение КАС (смесь растворов карбамида и аммиачной селитры) с содержанием азота 30%.

Эффективность жидких азотных удобрений под картофель сортов "Сантэ" (1996 г.) и "Орбита" (1997 г.) изучалась на фоне внесения органических удобрений в дозе 60 т/га и минеральных в дозе $P_{45} K_{115}$. Средняя доза азота за два года составила 85 кг/га действующего вещества.

Установлено, что в условиях 1996 года (слабозасушливый год, гидротермический коэффициент (ГТК) равен 1,24) эффективность продуктов утилизации "Меланж" по действию на урожай клубней картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве находилась на уровне стандартного жидкого азотного удобрения КАС. Урожай клубней картофеля от применения КАС составил 183,5 ц/га, от применения продуктов утилизации - 182,7 - 186,5 ц/га (в зависимости от формы удобрения).

В условиях более влажного 1997 года (ГТК = 1,31) на дерново-подзолистой суглинистой почве достоверные прибавки (13,6 - 26,7 ц/га, или 8,3 - 16,4%) урожая клубней картофеля получены от применения опытных азотных удобрений марки 27П и 20Ф. Эффективность удобрений

марки 27И и 20К была аналогична действию КАС на протяжении двух лет исследований.

Таблица 1.

Эффективность жидких азотных удобрений в опытах с картофелем (1996-1997 гг.)

Варианты *	Дерново-подзолистая супесчаная на морене			Дерново-подзолистая суглинистая		
	Урожай, ц/га			Урожай, ц/га		
	1996	Прибавка к КАС		1997	Прибавка к КАС	
		ц/га	%		ц/га	%
Контроль, б/у	143,1	-	-	144,0	-	-
P ₄₅ K ₁₁₅ - фон	170,1	-	-	152,1	-	-
фон + N ₈₅ КАСст.	183,5	-	-	163,1	-	-
фон + N ₉₀ ам. сел.	179,6	-3,9	-2,1	-	-	-
фон + N ₈₅ 20К	185,3	1,8	1,0	173,7	10,6	6,5
фон + N ₈₅ 27И	183,6	0,1	0,1	169,8	6,7	4,1
фон + N ₈₅ 27П	186,5	3,0	1,6	176,7	13,6	8,3
фон + N ₈₅ 20Ф	182,7	-0,8	-0,4	189,8	26,7	16,4
фон + N ₈₀₍₅₀₋₃₀₎ КАСст.	-	-	-	186,7	-	-
фон + N ₈₀₍₅₀₋₃₀₎ 20К	-	-	-	185,8	-0,9	-0,6
НСР ₀₅	5,8			10,7		

* Схема опыта представлена в табл. 1.

Качество клубней картофеля оценивалось по содержанию нитратов и крахмала.

Данные таблицы 2 показывают, что на дерново-подзолистой супесчаной почве (1996 г.) самое высокое содержание нитратов в клубнях картофеля отмечалось в вариантах с применением аммиачной селитры (364 мг/кг сырого веса) и марки удобрения 20Ф (338 мг/кг). Содержание нитратов в клубнях картофеля в условиях 1997 года на дерново-подзолистой суглинистой почве значительно ниже, чем в 1996 году, но в целом, в вариантах с внесением жидких азотных удобрений на основе "Меланж" марки 27И и 27П оно было несколько выше, чем в вариантах с КАС. Повышенное содержание нитратов в клубнях картофеля (1996-1997 гг.), выше ПДК, в вариантах со всеми формами азотных удобрений объясняется тем, что картофель убирался значительно раньше (в связи с

производственной необходимостью), чем произошло его полное биологическое созревание.

Таблица 2.

Влияние удобрений 27И, 27П, 20К, 20Ф на качество клубней картофеля (1996-1997 гг.)

Нитраты						Крахмал	
1996, мг/кг сыр. вес	(+), (-) к КАС	1997, мг/кг сыр. вес	(+), (-) к КАС	Средн., мг/кг сырой вес	(+), (-) к КАС	Сре- дн., %	(+), (-) к КАС
163	-130	121	-87	142	-108	14,17	+0,92
244	-40	118	-90	181	-69	13,26	+0,01
293	-	208	-	250	-	13,25	-
364	+71	-	-	-	-	-	-
235	-58	160	-48	197	-53	13,27	+0,02
259	-34	256	+48	257	+7	13,85	+0,60
158	-135	286	+78	122	-28	13,0	-0,25
338	+45	214	+6	278	+28	13,6	-0,35
-	-	202	-	-	-	-	-
-	-	139	-63	-	-	-	-
НСР₀₅							
23		13,0					
ПДК нитратов, мг/кг							
150							

По результатам двухлетних исследований установлено, что лучшей формой удобрения на основе "Меланж" под картофель в отношении содержания нитратов и крахмала оказалась марка 20К.

Оценка качества клубней картофеля проводилась и по содержанию тяжелых металлов: свинца, кадмия, меди, цинка.

Данные таблицы 3 показывают, что содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля сильно различается по годам исследований в зависимости от погодных условий.

Установлено, что содержание свинца в клубнях картофеля в условиях 1997 года во всех вариантах опыта выше, чем в условиях 1996 года, но не превышает ПДК. Содержание этого элемента в опытных образцах жидких азотных удобрений находится или на уровне КАС, или не

сколько выше, но в целом колебания эти несущественны и укладываются в пределах наименьшей существенной разности.

Содержание кадмия в клубнях картофеля в условиях 1997 года было невысоким, значительно ниже по сравнению с 1996 годом, не вышло за рамки ПДК. Колебания в содержании кадмия по всем вариантам опыта были несущественны.

Таблица 3.

Влияние новых жидких азотных удобрений на содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля, мг/кг сухого вещества

Pb			Cd			Cu			Zn		
1996	1997	ср.	1996	1997	ср.	1996	1997	ср.	1996	1997	ср.
0,01	0,48	0,24	0,05	0,01	0,03	5,00	3,29	4,14	13,33	13,24	13,28
0,01	0,25	0,13	0,23	0,02	0,12	11,34	3,91	7,62	9,61	13,30	11,45
0,02	2,21	1,12	0,26	0,01	0,14	4,94	3,29	4,02	14,49	14,24	14,36
0,03	-	-	0,23	-	-	6,98	-	-	20,66	-	-
0,06	0,01	0,04	0,07	0,01	0,04	5,07	3,54	4,30	14,25	12,33	13,39
0,06	3,40	1,73	0,59	0,02	0,30	5,89	3,27	4,58	13,93	14,10	14,02
0,05	3,35	1,70	0,08	0,01	0,04	6,81	2,85	4,83	17,97	13,73	15,85
0,23	0,50	0,36	0,50	0,01	0,25	5,32	2,98	4,15	15,26	14,49	14,88
-	0,01	-	-	0,02	-	-	3,04	-	-	11,09	-
-	0,06	-	-	0,01	-	-	12,33	-	-	8,27	-
НСР ₀₅											
0,02	0,01		0,32	0,02		4,29	0,02		4,2	0,02	
ПДК, мг/кг											
5,0			0,3			30,0			100,0		

За два года исследований на обеих почвах не было отмечено накопления меди и цинка в клубнях картофеля под воздействием опытных жидких азотных удобрений по сравнению с КАС. Содержание этих элементов в клубнях картофеля было невысокое, ниже ПДК.

Выводы:

1. Эффективность жидких азотных удобрений на основе ракетных окислителей "Меланж", применяемых под картофель, за два года исследований (1996-1997 гг.) оказалась на уровне стандартного азотного удобрения КАС, при внесении их в эквивалентных дозах по азоту.
2. Все марки жидких опытных азотных удобрений не оказывают отрицательного воздействия на накопление в клубнях картофеля тяжелых металлов.
3. Наиболее эффективной под картофель из исследуемых форм жидких азотных удобрений, полученных на основе переработки окислителей ракетного топлива типа "Меланж", является марка 20К.