

Т.Ф.Персикова, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Р. Цыганов, член-корреспондент ААН РБ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

И.Р. Вильдфлуш, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Белорусская сельскохозяйственная академия

УДК 631.811.98:635.21:631.445.2(476)

Эффективность применения удобрений и новых регуляторов роста при возделывании картофеля на дерново-подзолистых почвах Беларуси

При органо-минеральной системе удобрения для раннего картофеля, предшественником которого является клевер, эффективно сочетание органического удобрения в основное внесение и локальное внесение полного минерального удобрения при предпосадочной нарезке гребней.

Прибавка урожая колебалась от 9,7 до 10,1 т/га, от локализации удобрения – от 4,8 до 5,3 т/га. Применение регуляторов роста эпина и эмистима на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$ повышало эффективность удобрений и давало возможность на 30% снижать дозы минеральных удобрений.

Введение

Урожайность картофеля определяет совокупность факторов и в наибольшей степени тот, который в данных условиях находится в минимуме [1, 2, 3]. Для условий Беларуси это прежде всего элементы питания. В связи с этим основная задача заключается в рациональном, научно обоснованном использовании удобрений. Сейчас применение удобрения должно обеспечить реализацию потенциальной продуктивности возделываемого сорта, высокое качество урожая, а также повышение плодородия почвы.

Для повышения эффективности удобрений, устойчивости растений к неблагоприятным условиям внеш-

Under organic-mineral system of fertilization for early potato grown after clover it is efficient to combine organic fertilizer as the main application and local application of the complete mineral fertilizer at pre-sowing cutting of ridges.

The yield increase amounted to 9,7 - 10,1 t/ha, and from fertilizer localization 4,8 - 5,3 t/ha. The application of the growth regulators apin and amistim increased the fertilizer efficiency and gave an opportunity to decrease mineral fertilizer rates by 30 %.

ней среды все большее значение приобретают природные и синтетические регуляторы роста стимулирующего действия [4, 5].

Цель исследований - в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Беларуси при выращивании раннего картофеля сравнить эффективность вермикомпоста и подстилочного навоза, способов внесения минеральных удобрений, а также изучить сочетание применения новых регуляторов роста и удобрений.

Методика исследований

Исследования проводились на опытном поле БСХА в стационарном полевом севообороте в 1997 –

Таблица 1. Влияние условий питания на урожай клубней раннего картофеля

Варианты опыта	Урожай, т/га		Сред. 2 года	Прибавка, т/га		Окупаемость, кг продукции		Био- энерг. коэф.
	1997 г.	1998 г.		к конт.	от лок.	1 кг NPK	1 т орг.	
Без удобрений	26,5	23,1	24,8	-	-	-	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	27,7	25,3	26,5	1,7	-	8,1	-	1,09
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	28,5	27,4	27,9	3,1	+1,4	29,5	-	1,62
Навоз 50 т/га	33,1	24,1	28,6	3,8	-	-	76	1,29
Вермикомпост 5 т/га	31,7	30,9	31,3	6,5	-	-	1300	2,54
Вермик. 5 т/га + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ лок.	35,7	24,1	34,9	10,1	+5,4	96,0	-	3,42
Вермик. 5 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ в раз.	29,2	29,9	29,5	4,7	+	22,4	-	2,08
Навоз 50т/га + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ лок.	36,8	32,1	34,5	9,7	+4,8	92,4	-	2,63
Навоз 50т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ в раз	33,2	26,1	29,7	4,9	-	23,4	-	1,43
НСР ₀₅	2,5	2,2						

1998 гг. и краткосрочном опыте в 1996 - 1998 гг. Предшественник в первом опыте клевер, во втором - ячмень. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины около 1 м мореным суглинком. В стационарном опыте она имела следующие агрохимические показатели: рН_{ксл} - 5,5, содержание подвижного фосфора - 164, обменного калия - 172 мг/кг почвы. Картофель сорта Аноста выращивали на минеральной, органо-минеральной и органической системах удобрения. В качестве органических удобрений применяли подстилочный навоз и вермикомпост. Повторность в опытах четырехкратная, учетная площадь делянки - 25 м². Все агротехнические мероприятия проводили в соответствии с рекомендациями, принятыми для условий Могилевской области. Локальное внесение проводили при предпосадочной нарезке гребней культиватором КРН-4,2.

Во втором опыте общая площадь делянки под картофель сорта Явар составила 54 м², учетная - 36 м². Почва опытного участка по годам исследований имела низкое содержание гумуса (1,2 - 1,4 %), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (рН_{сол.} 6,0 - 6,2), среднее и повышенное содержание подвижного фосфора (112 - 210 мг/кг), среднюю обеспеченность обменным калием (142 - 163 мг/кг почвы).

Под картофель регуляторы роста вносили в фазу бутонизации в дозах: эпин - 20 мл/га, эмитим - 10 мл/га.

Содержание крахмала в свежих клубнях определяли с использованием весов Рейманна, общего азота - по Кьельдалю.

Таблица 2. Влияние условий питания на урожай клубней картофеля и его структуру (среднее за 1997 - 1998 гг.)

Варианты опыта	Структура урожая, % от общей массы клубней				Товарность клубней, %
	<30 г	30-50 г	50-70 г	>70 г	
Без удобрений	12,3	10,3	16,4	61,4	77,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	10,2	14,7	22,5	52,7	75,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	11,2	8,9	16,4	63,7	80,0
Навоз 50 т/га	13,7	15,5	19,5	48,9	70,9
Вермикомпост 5 т/га	6,1	10,0	22,0	62,0	84,0
Вермик. 5 т/га + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	5,6	9,9	19,4	65,1	84,5
Вермик. 5 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	5,3	12,0	19,9	62,9	82,8
Навоз 50т/га + N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	7,0	7,7	14,3	71,1	85,3
Навоз 50т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	11,9	12,6	18,5	57,1	75,5

Обсуждение результатов

Ранний картофель имеет короткий период вегетации, поэтому ему необходимо достаточное количество элементов питания в короткий срок. В результате исследований установлено, что уровень плодородия почвы и определенное количество пожнивных остатков клевера могут обеспечить урожай раннего картофеля на уровне 24,8 т/га, при содержании крахмала 13,5 %, общего белка 7,14%, нитратов 74 мг/кг, количество товарных клубней 77,7 % (табл. 1).

Это неплохие результаты, если учитывать, что себестоимость картофеля будет в данном случае низкой. Применение на этом фоне минеральных и органических удобрений дало существенную прибавку урожая (от 3,2 до 10,1 т/га). При минеральной системе удобрений эффективно внесение полного минерального удобрения локально, прибавка урожая по сравнению с контролем составила 3,1 т/га. Внесение вермикомпоста в дозе 5 т/га под ранний картофель эффективнее, чем подстилочного навоза в дозе 50 т/га. В среднем за два года исследований прибавка урожая получена 6,5 против 3,8 т/га при применении подстилочного навоза. Окупаемость 1т вермикомпоста 1300 кг картофеля, 1т подстилочного навоза - 76 кг. (табл. 1). При органо-минеральной системе удобрения, как показали результаты исследований, эффективно сочетание органического удобрения в основное внесение и локальное внесение полного минерального удобрения при предпосадочной нарезке гребней. Прибавка урожая к контролю колебалась от 9,7 до 10,1 т/га, от локализации удобрений от 4,8 до 5,3 т/га (табл. 1).

Таблица 3. Влияние условий питания на содержание и сбор крахмала и белка и количество нитратов

Варианты опыта	Крахмал		Общий белок		N-NO ₃ , мг/кг
	%, на сырое вещество	сбор, т/га	%, на сухое вещество	сбор, кг/га	
Без удобрений	13,5	3,34	7,14	357	74
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	14,3	3,79	7,56	405	57
N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	14,5	4,05	8,07	455	62
Навоз 50 т/га	14,5	4,14	7,71	445	79
Вермикомпост 5 т/га	14,0	4,38	8,16	515	51
Вермик.5т/га+ N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	15,3	5,34	7,80	550	46
Вермик.5т/га+ N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	12,8	3,77	8,49	506	53
Навоз 50т/га+ N ₃₀ P ₃₀ K ₄₅ локально	12,0	4,14	8,49	591	88
Навоз 50т/га+ N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ вразброс	13,9	3,92	7,02	421	46

Максимальная урожайность клубней картофеля (34,9 т/га) в опыте отмечалась в варианте при сочетании 5 т/га вермикомпоста или 50 т/га навоза с локальным внесением N₃₀P₃₀K₄₅. Окупаемость 1 кг удобрений составила 96 и 92,4 кг продукции, биоэнергетический коэффициент 3,45 и 2,63 соответственно. При локальном внесении N₃₀P₃₀K₄₅ получен урожай клубней 27,9 т/га, при внесении N₆₀P₆₀K₉₀ вразброс - 26,5 т/га, т.е. имеет место более экономное использование элементов питания в процессе формирования урожая. Следовательно, при локальном внесении удобрений под картофель дозы удобрений можно снижать на 30%.

Положительное влияние сочетания вермикомпоста с локальным внесением удобрений на урожайность клубней в большой степени связано со структурой урожая. Как показывают результаты исследований, в этом варианте отмечено большее количество крупных клубней (> 70 г) - 65% и меньшее мелких - 5,6%, количество товарных клубней - 84,5% (табл. 2). Здесь же отмечается увеличение содержания крахмала до 15,3% и снижение содержания общего белка до 7,8%

и нитратов до 46 мг/кг (табл. 3). Сбор крахмала в вариантах с внесением удобрений был выше на 10 - 15%, что является следствием роста урожая клубней. Увеличение содержания общего белка в клубнях по сравнению с контролем указывает на то, что под влиянием удобрений возрастало содержание белковых форм азота.

Влияние удобрений на содержание аминокислот в клубнях картофеля было незначительным. Незаменимые аминокислоты в сумме составляли в клубнях контрольного варианта 1,98%, а при органо-минеральной системе удобрения - 2,51%, заменимые - 3,14 и 4,11% соответственно (табл. 4).

При внесении подстилочного навоза 50 т/га + N₆₀P₆₀K₉₀ вразброс содержание незаменимых и заменимых аминокислот составило 1,94 и 3,02% соответственно, в контрольном варианте (последствие органического вещества клевера) - 1,98 и 3,14%.

Следовательно, если предшественником раннего картофеля является клевер, то с учетом последствия пожнивно-корневых остатков, для получения урожая

Таблица 4. Содержание аминокислот в клубнях картофеля в зависимости от условий питания (% на сухое вещество)

Аминокислоты	Варианты опыта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Незаменимые									
Лизин	0,29	0,30	0,33	0,32	0,34	0,33	0,35	0,35	0,28
Треонин	0,23	0,25	0,27	0,26	0,28	0,27	0,30	0,30	0,23
Валин	0,37	0,39	0,43	0,41	0,45	0,43	0,46	0,46	0,35
Изолейцин	0,27	0,29	0,32	0,31	0,33	0,32	0,34	0,34	0,27
Лейцин	0,54	0,58	0,64	0,62	0,66	0,64	0,68	0,68	0,54
Фенилаланин	0,28	0,30	0,34	0,31	0,36	0,33	0,38	0,38	0,27
Сумма	1,98	1,11	2,34	2,23	2,42	2,32	2,52	2,57	1,94
Заменимые									
Аргинин	0,24	0,26	0,30	0,27	0,31	0,29	0,24	0,33	0,23
Аспарагиновая к-та	0,68	0,70	0,74	0,72	0,76	0,74	0,79	0,79	0,65
Серин	0,20	0,22	0,25	0,24	0,26	0,25	0,29	0,29	0,20
Глютаминовая к-та	0,89	0,93	1,04	0,95	1,04	0,98	1,12	1,12	0,87
Пролин	0,35	0,38	0,45	0,40	0,46	0,43	0,50	0,50	0,33
Глицин	0,27	0,28	0,33	0,29	0,34	0,32	0,36	0,36	0,25
Аланин	0,30	0,33	0,38	0,35	0,39	0,38	0,41	0,41	0,29
Тирозин	0,21	0,23	0,28	0,24	0,29	0,26	0,31	0,31	0,20
Сумма	3,14	3,33	3,77	3,46	3,85	3,65	4,11	4,11	3,02
Общая сумма	5,12	5,44	6,10	5,69	6,27	5,93	6,62	6,62	4,96

35 т/га и более эффективна органично-минеральная система применения удобрений в сочетании с локальным внесением основного минерального удобрения.

Применение фосфорных и калийных удобрений в дозе $P_{40}K_{90}$ в среднем за три года во втором опыте с картофелем повышало урожайность клубней по сравнению с неудобренным контролем на 4,1 т/га. Дополнение $P_{45}K_{90}$ азотными удобрениями способствовало дальнейшему повышению урожайности клубней картофеля на 2,8 ц/га (табл. 5).

Применение регуляторов роста под картофель было эффективным. В среднем в 1996 - 1998 гг. урожайность клубней при использовании эпина возросла на 1,4 т, а эмистима - на 1,6 т/га. Внесение эпина и эмистима на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$ обеспечивало получение такого же урожая, как и в варианте с применением более высоких доз минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{120}$). Таким образом, использование регуляторов роста повышает эффективность удобрений и дает возможность на 30% снижать дозы минеральных удобрений.

Применение регуляторов роста заметно повышало и окупаемость 1 кг NPK кг клубней картофеля (табл. 5).

Таблица 6. Влияние удобрений и регуляторов роста на качество клубней картофеля (среднее за 1996 - 1998 гг.)

Варианты опыта	Крахмал, %	Сбор крахмала, т/га	Сухое вещество, %	Товарность клубней, %	N-NO ₃ , мг/кг
Без удобрений	16,9	2,4	23,4	83,7	44
$P_{45}K_{90}$	15,4	2,6	21,9	86,8	54
$N_{60}P_{45}K_{90}$	14,6	2,9	21,1	89,4	66
$N_{60}P_{45}K_{90}$ + эпин	14,7	3,1	21,3	91,0	73
$N_{60}P_{45}K_{90}$ + эмистим	14,3	3,1	20,9	90,5	78
$N_{90}P_{60}K_{120}$	14,4	3,1	21,0	91,5	80

Наиболее высоким содержание сухого вещества и крахмала было в контрольном варианте и при внесении фосфорных и калийных удобрений. Применение эпина и эмистима существенного влияния на содержание крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля по сравнению с фоном $N_{60}P_{45}K_{90}$ не оказало (табл. 5). Однако в связи с более высоким урожаем максимальный сбор крахмала наблюдался в вариантах с применением регуляторов роста (табл. 5). Полное минеральное удобрение способствовало небольшому увеличению товарности клубней картофеля (табл. 6).

Наибольшим содержание нитратов в клубнях картофеля наблюдалось при внесении максимальных доз азотных удобрений,

Таблица 5. Влияние регуляторов роста на урожайность клубней картофеля

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка к конт., т/га	Окупаемость 1кгNPKкг клубней
	1996 г.	1997 г.	1998 г.	среднее за 3 года		
Без удобрений	11,6	12,4	16,6	13,5	-	-
$P_{45}K_{90}$	14,0	17,1	21,6	17,6	4,1	30,4
$N_{60}P_{45}K_{90}$	18,0	18,2	25,0	20,4	6,9	35,4
$N_{60}P_{45}K_{90}$ + эпин	19,2	18,9	27,3	21,8	8,3	42,6
$N_{60}P_{45}K_{90}$ + эмистим	19,3	19,2	27,9	22,1	8,6	44,1
$N_{90}P_{60}K_{120}$	18,4	21,1	25,8	21,9	8,4	31,1
НСР ₀₅	0,88	1,04	1,34			

но и в этом варианте их содержание не выходило за пределы ПДК (табл.6).

Расчет энергетической эффективности применения удобрений показал, что наиболее высокий энергетический коэффициент был при внесении фосфорно-калийных удобрений (табл. 7).

Применение регуляторов роста повышало энергетическую эффективность удобрений. Максимальный выход энергии с 1 га наблюдался в опыте при использовании регуляторов роста эпина и эмистима на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$. Таким образом, применение регуляторов роста является одним из элементов энергосберегающих технологий возделывания картофеля.

Выводы

1. Применение вермикомпоста в дозе 5 т/га под картофель по эффективности превосходило действие 50 т/га подстилочного навоза.

2. Локальное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{45}$ под картофель по бобовому предшественнику по эффективности было равнозначным применению $N_{60}P_{60}K_{90}$ вразброс, а на фоне 5 т/га вермикомпоста или 50 т/га навоза превосходило его, что позволяет наполовину снижать дозы минеральных удобрений при локальном их внесении.

3. Применение регуляторов роста эпина и эмистима на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$ повышало эффективность удобрений и давало возможность получать такие же урожаи (21 - 22 т/га), как и при внесении $N_{90}P_{60}K_{120}$, что позволяет на 30% снижать дозы минеральных удобрений.

Таблица 7. Энергетическая эффективность применения удобрений при возделывании картофеля

Варианты опыта	Энергозатраты, МДж	Энергия воспроизвод. с прибавкой урожая, МДж/кг	Выход энергии с 1 га, МДж	Биоэнергетический коэффициент, ед.
Без удобрений	-	-	-	-
$P_{45}K_{90}$	4512	16482	11907	3,7
$N_{60}P_{45}K_{90}$	11994	27738	15834	2,3
$N_{60}P_{45}K_{90}$ + эпин	12986	33368	20382	2,6
$N_{60}P_{45}K_{90}$ + эмистим	13144	34572	21428	2,6
$N_{90}P_{60}K_{120}$	15867	33768	1990	2,1

4. Внесение эпина и эмистима на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$ увеличивало сбор крахмала с 1 га на 2,7 и 2,0 ц соответственно.

Литература

1. Власенко Н.Е. Удобрения картофеля. Москва: Агропромиздат, 1987. - 219 с.
2. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай - Москва: Агропромиздат, 1987 - 512 с.
3. Расширенное воспроизводство плодородия почв

в интенсивном земледелии Нечерноземья. Под.ред Н.З. Милащенко Москва: Агропромиздат, 1993 - 86 с.

4. Троян В., Романюк Н, Мусияка В. и др. Физиологическая активность регулятора роста растений эмистима. // IV международная конференция регулятора роста и развития: Тезисы доклада.: Москва: 1997. - 299 с.

5. Прусакова Л.Д., Чижова С.И. Роль эпибрассиностероидов в росте, устойчивости и продуктивности растений // Агрехимия.: 1996. - №2 -С.137-150.