

## ОЦЕНКА АГРОНОМИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ

Г.М. Сафроновская, канд. с-х. наук (РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»); И.А. Царук, канд. с-х. наук, доцент (БГАТУ)

### Аннотация

*С помощью нормативного метода, разработанного РУП «Институт почвоведения и агрохимии», проведен расчет показателей агрономической и экономической эффективности применения минеральных и органических удобрений при возделывании картофеля в республике. Установлено, что с ростом применения удобрений увеличивается урожайность картофеля, окупаемость удобрений прибавкой урожая, возрастает прибыль и рентабельность. При урожайности картофеля свыше 301 ц/га окупаемость 1 кг NPK увеличивалась до 33,1-35,6 кг, 1 т органических удобрений – до 113,2-123,7 кг, а рентабельность применения органических и минеральных удобрений составляла – 152-256 %.*

*With the help of a standard method developed by RUE "Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry", calculated agronomic performance and economic efficiency of application of mineral and organic fertilizers in the cultivation of potatoes in the country. It is established that an increase in the use of fertilizers increases the yield of potatoes, return on fertilizer increase in crop yield, increase revenue and profitability. When potato yields over 301 kg / ha payback 1 kg NPK increased to 33,1-35,6 kg, 1 ton of organic fertilizers - to 113,2-123,7 kg, while the profitability of organic and mineral fertilizers was - 152-256 %.*

### Введение

Потребление картофеля в мире имеет тенденцию к увеличению использования его в виде картофелепродуктов. В перспективе планируется увеличить площади картофеля с высоким содержанием крахмала и амилозы, который возможно использовать для производства биотоплива. В настоящее время в странах Западной Европы перерабатывается 20-40 %, а в США до 60 % урожая картофеля, в Беларуси этот показатель не превышает 2 % [1].

Республика Беларусь находится на восьмом месте в мире по количеству площадей под картофелем и на десятом месте по его сбору [2, 3]. В решении вопроса продовольственной безопасности картофелю придается особое значение, поскольку он является культурой, которая наиболее эффективно использует природные ресурсы.

Основными факторами, формирующими величину урожая картофеля, являются сбалансированность вносимых удобрений, плодородие почв, сорт. Современные технологии производства картофеля учитывают почвенно-климатические условия зоны республики, уровень хозяйствования и целевую направленность использования урожая, предусматривая высокий уровень всех технологических процессов. Несмотря на внедрение новых агротехнических приемов, картофель в хозяйствах республики после овощей закрытого грунта остается одной из самых трудоемких культур. Отсутствие специальных машин

обуславливает сокращение производства картофеля в общественном секторе, приводит к превышению нормативов ресурсоемкости и трудоемкости выращивания культуры [4].

В 2011 году во всех категориях хозяйств получена средняя урожайность клубней картофеля – 226 ц/га, а посевные площади культуры в сельскохозяйственных организациях составляли 55 тыс. га [1].

Потенциал продуктивности картофеля в условиях республики (400-500 ц/га) в два раза превышает среднюю урожайность культуры. Цены на картофель в республике носят рекомендательный характер и значительно различаются при реализации на внутреннем рынке и за рубежом.

Уровень окупаемости удобрений урожаем клубней картофеля в хозяйствах сильно различается, что вызвано в основном различной интенсивностью ведения хозяйственной деятельности, погодными условиями периода вегетации. В данной ситуации значимость рационального использования удобрений и повышения их эффективности возрастает.

Основное место в плане применения удобрений на картофеле занимает расчет оптимальных доз минеральных удобрений, для определения которых используется балансовый метод, основанный на нормативах выноса элементов питания с урожаем и коэффициентов возмещения выноса. С урожаем клубней 300 и 500 ц/га картофель выносит соответственно 160 и 270 кг азота, 50 и 80 кг фосфора и 320 и 530 кг калия [5, 6].

## Основная часть

### Объекты и методы исследования

Главной задачей является экономное использование удобрений при дифференциации их применения в зависимости от особенностей конкретного поля (уровня плодородия, гранулометрического состава почвы, предшественника и др.).

Реальная потребность картофеля в минеральных удобрениях определяется состоянием плодородия почв, величиной планируемых урожаев с учетом внесения органических удобрений. При обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия на уровне 200-300 мг/кг почвы для формирования урожайности клубней картофеля 300 и 500 ц/га требуется соответственно 55 и 88 кг фосфора, 210 и 320 кг калия. Окончательный расчет доз минеральных удобрений, особенно азота, необходимо проводить с учетом питательных веществ, поступающих с органическими удобрениями. Например, на почве со средним содержанием фосфора и калия для получения урожайности 400 ц/га, с учетом применения под культуру 50 т/га навоза хорошего качества, потребность в минеральных удобрениях составит: N – 110; P – 45; K – 170 кг/га. По мере повышения плодородия почвы и с учетом внесения навоза, дозы азотного удобрения необходимо корректировать в сторону снижения, поскольку резко возрастает содержание нитратов в клубнях [7, 8].

Различия в показателях плодородия почв, оцениваемого в баллах (средний по республике балл пашни 31,2) и уровне интенсификации сельскохозяйственного производства, обуславливают широкий диапазон эффективности минеральных удобрений. Окупаемость минеральных и органических удобрений прибавкой урожая в большей степени зависит не только от почвенных характеристик, но и других факторов, влияющих на урожайность: погодных, культуртехнических и мелиоративных – показателей, на основании которых дается их балльная оценка. На базе анализа данных многочисленных опытов, в республике установлена тесная корреляционная связь между баллом плодородия почв и оплатой единицы удобрений (1 кг NPK) прибавкой урожая [9]. Для картофеля окупаемость минеральных удобрений урожаем клубней в зависимости от балла плодородия почвы можно описать следующим уравнением:

$$\text{Оплата 1 кг NPK} = 4,52 + 0,720 * X,$$

где X – балл плодородия почв.

Увеличение доли урожая, формируемого за счет удобрений, имеет тенденцию к повышению, что в основном происходит не только за счет увеличения доз вносимых минеральных удобрений, но и использования микроудобрений и регуляторов роста растений, которые повышают агрономическую и экономическую эффективность макроудобрений.

Цель данных исследований состояла в оценке эффективности минеральных и органических удобрений при различной урожайности клубней картофеля.

Расчет показателей агрономической и экономической эффективности применения органических и минеральных удобрений при возделывании картофеля проводили нормативным методом, разработанным в РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Основная сущность метода состоит в прогнозировании урожаев, определении фактической окупаемости единицы удобрений прибавкой урожая путем сопоставления фактического и прогнозируемого урожая, на основании которых впоследствии, с учетом нормативов затрат на применение средств химизации и доработку прибавки урожая, делается экономическая оценка эффективности применения удобрений. Основными показателями экономической эффективности применения удобрений являются: прибыль от удобрений, прибыль на 1 условную единицу затрат и на единицу внесенных удобрений [9].

Для определения эффективности минеральных и органических удобрений на картофеле использована информация Национального статистического Комитета Республики Беларусь за 2008-2010 гг. по урожайности клубней картофеля (ц/га), внесении минеральных удобрений на 1 га посева в действующем веществе (NPK), органических удобрений по 118 районам 6 областей республики. В расчетах использованы рекомендуемые минимальные цены на картофель, цены на удобрения и ГСМ, соответствующие 2008-2010 гг.

За период 2008-2010 гг. дозы минеральных и органических удобрений под картофель в среднем составляли 314-333 кг/га NPK и 54,1-54,8 т/га соответственно. При этом урожайность за указанный период практически не зависела от уровня применения удобрений и изменялась со 159 ц/га до 205 ц/га. Посевные площади культуры в сельскохозяйственных организациях имели тенденцию к увеличению от 48,8 тыс. га в 2008 г. до 50,6 тыс. га в 2010 г. В структуре посевных площадей республики в 2008-2010 гг. доля картофеля занимала около 1%.

В современных условиях возделывания картофеля в республике нормативная окупаемость 1 т органических удобрений и 1 кг NPK урожаем соответственно составляет 105 кг и 27 кг клубней [7]. Сопоставляя фактически полученный урожай картофеля с прогнозируемым (возможным) урожаем можно судить об уровне использования плодородия почв и удобрений по годам. Расчеты показывают, что фактическая урожайность картофеля за 2008, 2009 и 2010 гг. была ниже прогнозируемой на 43, 94 и 67 ц/га соответственно, или на 17 %, 37 % и 26 % (табл. 1). Более низкая фактическая урожайность картофеля в условиях производства, в сравнении с прогнозируемой, обусловлена более низким технологическим уровнем возделывания культуры (табл. 3).

**Таблица 1. Агрономическая и экономическая эффективность минеральных удобрений, внесенных под картофель (2008-2010) гг.**

Внесено на 1 га						Прибавка за счет удобрений, ц/га			Урожайность, ц/га						Окупаемость, кг клубней					
NPK, кг			орг. уд., т						прогнозируемая			фактическая			NPK, K <sub>2</sub>			орг. удобрен., т		
2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<b>агрономическая эффективность</b>																				
314	331	333	54,8	54,6	54,5	142	147	147	248	253	253	205	159	186	23,2	18,7	21,0	86,7	66,1	77,1
<b>экономическая эффективность</b>																				
Затраты, долл. США												Прибыль, долл. США			Рентабельность, %					
NPK			Внесение			Уборка			Всего											
2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
169,9	135,1	139,2	17,7	18,6	18,8	102,1	87,1	108,7	289,8	240,8	266,7	720,4	409,3	545,0	249	170	204			

**Таблица 2. Экономическая эффективность органических удобрений, внесенных под картофель (2008-2010 гг.)**

Годы	Прибавка от органических удобрений, ц/га	Затраты, долл. США				Стоимость прибавки, долл. США	Прибыль, долл. США	Рентабельность, %
		орг. уд.	внесение	уборка	всего			
2008	47,5	76,7	197,3	66,9	340,9	662,5	321,0	94
2009	36,1	76,4	196,5	50,8	323,8	379,8	55,9	17
2010	42,0	76,3	196,2	59,2	331,7	442,4	110,7	33

Окупаемость 1 кг минеральных и 1 т органических удобрений прибавкой урожая картофеля в условиях 2008-2010 гг. составила 18,7-23,2 кг и 66,1-86,7 кг соответственно, что на 14-30 % и 17-37 % ниже нормативной окупаемости (табл. 1).

При анализе экономической эффективности выявлено, что структура затрат на применение минеральных и органических удобрений на картофеле различная. В общей структуре затрат на применение минеральных удобрений основной объем всех затрат приходится на их приобретение (около 55 %), затем на уборку дополнительного урожая (38 %) и около 7 %

затрат идет на внесение удобрений. Минеральные удобрения на картофеле в условиях республики в 2008-2010 гг. обеспечивали прибыль с 1 га – 409-720 долл. США с рентабельностью 170-249 %.

При применении органических удобрений 58-60 % всех затрат приходится на их внесение, 22-23 % составляет стоимость удобрений и около 15-19 % – затраты на уборку дополнительного урожая (табл. 2). В условиях республики картофель является культурой, на которой применение органических удобрений наиболее рентабельно (17-94 %).

С целью изучения связи факторов, образующих

**Таблица 3. Эффективность применения органических и минеральных удобрений под картофель при различной урожайности клубней картофеля (2008-2010 гг.)**

Группы урожайности, ц/га	Кол-во районов в группе	Балл пашни	Внесено на 1 га						Фактич. оплата 1 кг NPK, кг	Фактич. оплата 1 т орг. удобр., кг	Прибыль, долл. США		Рентабельность, %	
			кг				т	Минер. удобр.			Минер. и орг. удобр.	Минер. удобр.	Минер. и орг. удобр.	
			N	P	K	NPK								
<b>2008 г.</b>														
менее 150	24	27,3	78	56	132	266	55	15,4	67,2	361,0	526,7	176	106	
151-200	39	30,6	75	66	142	284	59	20,9	84,2	559,9	873,8	255	146	
201-250	33	31,9	96	79	159	334	60	25,1	96,4	825,8	1235,5	261	182	
251-300	15	34,5	108	81	177	367	53	29,2	103,5	1116,2	1507,1	302	219	
более 301	4	35,2	109	102	218	428	50	35,0	120,7	1623,4	1936,0	342	256	
<b>2009 г.</b>														
менее 150	51	29,9	101	73	155	325	54	12,4	48,3	197,4	167,1	99	42	
151-200	48	30,9	85	74	155	314	64	18,2	72,2	370,6	463,6	165	79	
201-250	14	32,9	117	82	180	379	67	21,8	80,9	568,9	698,3	194	112	
251-300	1	35,7	121	80	129	330	16	34,1	118,6	856,5	951,3	260	217	
более 301	2	36,4	125	118	237	481	33	33,1	113,2	1220,1	1397,1	270	208	
<b>2010 г.</b>														
менее 150	44	28,2	78	70	141	289	56	12,3	39,7	182,6	119,5	106	33	
151-200	32	30,6	86	69	151	306	58	18,8	71,7	369,8	440,8	173	80	
201-250	18	34,3	108	87	178	379	62	22,9	83,0	605,9	752,9	200	115	
251-300	13	34,5	96	67	147	316	61	28,7	102,6	676,8	921,1	244	148	
более 301	5	35,3	125	103	199	426	51	35,6	123,7	1162,1	1121,1	276	152	

урожаи с показателями экономической эффективности применения удобрений, проведены группировки районов по уровню урожайности картофеля за 2008-2010 гг. (табл. 3). Анализ приведенных результатов показывает, что урожайность картофеля тесно связана с уровнем применения органических и минеральных удобрений, в меньшей мере с плодородием почв, от которых в свою очередь зависит оплата прибавкой урожая и показатели экономической эффективности.

Используя метод корреляционно-регрессионного анализа, на примере данных 2009 года рассчитана связь урожайности картофеля с дозами минеральных, органических удобрений и плодородием почв, которая описывается уравнениями 1-3:

$$y = 0,7968x - 103,81, R = 0,57; \quad (1)$$

$$y = 2,1522x + 45,714, R = 0,58; \quad (2)$$

$$y = 6,9348x - 51,239, R = 0,27; \quad (3)$$

где R – коэффициент детерминации.

Установлено, что с ростом уровня применения минеральных удобрений, балла плодородия почвы увеличивалась урожайность, окупаемость единицы удобрений урожаем, прибыль и рентабельность (табл. 3).

Окупаемость единицы минеральных удобрений клубнями картофеля за 2008, 2009 и 2010 годы соответственно возрастала с 15,4, 12,4 и 12,3 кг при урожайности клубней менее 150 ц/га до 35,0, 33,1 и 35,6 кг/га при урожайности более 301 ц/га. С ростом урожайности клубней картофеля окупаемость органических удобрений по годам также соответственно увеличивалась с 67,2, 48,3 и 39,7 кг до 120,7, 113,2 и 123,7 кг. По мере роста урожайности клубней картофеля со 150 до более 301 ц/га прибыль за 2008-2010 гг. от совместного применения органических и минеральных удобрений увеличивалась со 119,5-526,7 до 1121,1-1936,0 долл. США, рентабельность с 33-106 до 152-256 долл. США.

В соответствии с регламентом, под картофель рекомендуется вносить 40-60 т/га навоза [7]. В отдельных районах Гродненской и Могилевской областей в 2008-2010 гг. внесено значительно больше (до 102,8 т/га) органических удобрений. На основании данных по эффективности различных доз органических удобрений при возделывании картофеля по районам Гродненской и Могилевской областей, установлено, что по мере увеличения доз свыше 60 т/га отмечается тенденция снижения их окупаемости урожаем клубней картофеля.

### Заключение

1. Анализ связи факторов, которые формируют урожайность картофеля с показателями агрономической и экономической эффективности показывает, что урожайность клубней в значительной мере определяется уровнем применения удобрений и в меньшей мере плодородием почв. С ростом применения минеральных удобрений увеличивается урожайность, окупаемость удобрений прибавкой урожая клубней, возрастает прибыль и рентабельность.

2. Снижение фактической урожайности картофеля в 2008-2010 гг. по сравнению с возможной (прогнозируемой) на 17-37 % в условиях сельскохозяйственного производства не связано с более низким эффектом от удобрений, а обусловлено технологическим уровнем возделывания культуры в хозяйствах.

3. Применение органических удобрений на картофеле рентабельно, однако при дозах органических удобрений свыше 60 т/га отмечается тенденция снижения их окупаемости урожаем клубней картофеля.

4. С ростом урожайности клубней картофеля свыше 301 ц/га окупаемость 1 кг NPK увеличивалась до 33,1-35,6 кг клубней, 1 т органических удобрений – до 113,2-123,7 кг, при этом рентабельность от совместного применения минеральных и органических удобрений составляла – 152-256 %.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Карпович, В. Мировой рынок картофеля: тенденции и перспективы / В. Карпович // Аграрная экономика, 2011. – № 10. – С. 49-54.

2. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы. – Минск: Беларусь, 2005. – 96 с.

3. Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодоводства в 2005-2010 гг. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, РУП "Научно-практич. центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству". – 2006. – 283 с.

4. Суханова, Е.А. Основные проблемы развития картофелеводства / Е. А. Суханова, А.М. Ушкевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. трудов: в 3 т. Экономика (вопросы аграрной экономики); редкол. В. К. Пестис [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 202 с. – Т. 2

5. Система применения удобрений: методич. указания С.Ф. Шекунова [и др.]. – Горки, 2009. – 150 с.

6. Кравцов, С. В. Влияние удобрений на урожайность картофеля / С. В. Кравцов, В. С. Филищенко // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: матер. Междунар. науч.-практич. конф., посв. 80-летию основания института, Минск, 5-8 июля, 2011 г. / Национальная академия наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии, Белорусское общество почвоведов. – Минск, 2011. – С. 238-240.

7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов / В.Г. Гусаков [и др.]. – Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2005. – 460 с.

8. Ярохович, А. Н. Картофель: резервы роста продуктивности / А. Н. Ярохович // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина, 2011. – № 5. – С. 80-88.

9. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.