

Галина ПИРОГОВСКАЯ, Виталий ЛАПА

*Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: brissa_pir@mail.ru*

УДК 631.8.022.3:631.445.2:633
<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2022-10-69-77>

Экономическая эффективность применения комплексных минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах

Рассмотрена агрономическая и экономическая эффективность стандартных и комплексных минеральных удобрений с добавками микроэлементов по ценам на минеральные удобрения и растениеводческую продукцию до 2022 г. и в 2022 г. Установлено существенное преимущество комплексных минеральных удобрений перед их простыми формами: при использовании первых под озимую пшеницу, озимый рапс, лен (волокно, семена), сахарную свеклу, картофель обеспечивался чистый доход от 26,1 до 1189,0 долл. США/га.

Ключевые слова: экономическая эффективность, стандартные минеральные удобрения, комплексные минеральные удобрения, сельскохозяйственные культуры, чистый доход.

Halina PIRANOUSKAYA, Vitali LAPA

*Institute of Soil Science and Agrochemistry
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: brissa_pir@mail.ru*

Economic efficiency of the application of complex mineral fertilizers in agricultural crops on soddy-podzolic soils

Provides agronomic and economic efficiency of standard and complex mineral fertilizers with micronutrient additives at prices for mineral fertilizers and crop products until 2022 and in 2022. A significant advantage of complex mineral fertilizers has been found when it was applied to winter wheat, winter rapeseed, flax (fiber, seeds), sugar beets, potatoes. In comparison with simple forms of mineral fertilizers it provided a net income from 26,1 to 1189,0 US dollars/hectare.

Keywords: economic efficiency, standard mineral fertilizers, complex mineral fertilizers, agricultural crops, net income.

Введение

Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от уровня плодородия почв, дифференцированного применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений от сорняков, болезней и вредителей. Однако эффективность таких

© Пироговская Г., Лапа В., 2022

удобрений существенно обусловлена сбалансированностью макро- и микро-элементов, входящих в их состав. Недостаток или отсутствие одного из элементов питания будет фактором, который ограничит действие всего комплекса удобрений. В силу различных причин именно это обстоятельство в условиях производства при использовании простых форм минеральных удобрений чаще всего лимитирует урожайность сельскохозяйственных культур. Обеспечить сбалансированное минеральное питание можно с помощью комплексных удобрений, состав которых учитывает биологические особенности растений и состояние плодородия почв.

Преимущества комплексных удобрений перед односторонними стандартными следующие:

агрономические – обеспечиваются сбалансированное минеральное питание для культуры, равномерность внесения удобрений по площади поля, что способствует повышению урожайности (на 7–15 % в зависимости от условий года) при одновременном улучшении качества растениеводческой продукции;

экологические – снижается нагрузка на окружающую среду за счет уменьшения проходов техники по полю;

экономические – сокращаются энергетические, материальные и трудовые затраты (в два-три раза) на внесение удобрений, что обеспечивает повышение рентабельности возделывания культур.

Целью наших исследований явилась сравнительная оценка экономической эффективности применения различных форм удобрений – стандартных (азотных, фосфорных и калийных) и комплексных с микроэлементами – при возделывании сельскохозяйственных культур (озимой пшеницы, озимого рапса, сахарной свеклы, льна-долгунца и картофеля) в различные периоды (2021 и 2022 гг.).

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, посевные площади вышеуказанных сельскохозяйственных культур в агропромышленных организациях, включая и крестьянские (фермерские) хозяйства, под урожай 2021 г. составляли: под пшеницу – 715,3 тыс. га, в том числе озимую – 595,8 тыс. га; озимый рапс – 342,0 тыс. га и яровой – 45,4 тыс. га; сахарную свеклу – 85,9 тыс. га; лен-долгунец – 41,9 тыс. га и картофель – 24,9 тыс. га. Посевные площади этих культур в 2022 г.: под озимую пшеницу – 656,8 тыс. га; озимый рапс – 403,9 тыс. га; сахарную свеклу – 82,5 тыс. га; лен-долгунец – 42,9 тыс. га и картофель – 19,9 тыс. га.

Материалы и методы

Исследования агрохимической эффективности стандартных и новых форм комплексных удобрений проводили в полевых и производственных опытах на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава и уровня плодородия, на различных сельскохозяйственных культурах. Большой объем экспериментальных данных (2003–2020 гг.) свидетельствует о положительном

влиянии удобрений на рост и развитие растений, повышении урожайности и улучшении качества продукции [1].

Оценку экономической эффективности минеральных удобрений проводили согласно [2].

Минеральные удобрения под вышеуказанные культуры вносили следующие:

1) *стандартные*:

азотные (карбамид или сульфат аммония);

фосфорные (аммонизированный суперфосфат марки 8-30 или аммофос марки 12-52);

калийные (калий хлористый гранулированный);

2) *комплексные для почв различного уровня плодородия*:

под озимую пшеницу – марки NPK 5-16-35, 7-21-36 и 7-16-31 с Cu и Mn;

озимый рапс – марки NPK 5-16-35, 6-20-30, 7-16-31 и 8-18-25 с S, B, Mn;

сахарную свеклу – марки NPK 16-12-20, 13-(10-12)-19, 14-8-18, 17-9-22 с Na, S, B, Mn;

лен-долгунец – марки NPK 5-16-35, 6-21-32, 7-15-29 с B, Zn и Fe;

картофель – марки NPK 16-12-24, 13-8-17, 14-11-18 и 14-12-21 с S, B, Cu и Mn.

Новые формы комплексных удобрений внесены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [3].

Закладку опытов проводили в соответствии с методическими указаниями, а статистическую обработку результатов исследований – по Б. А. Доспехову, с помощью компьютерных программ дисперсионного анализа [4]. Экономическую эффективность удобрений рассчитывали в долларах США при использовании марок удобрений, выпущенных на химических предприятиях Республики Беларусь.

Основная часть

Для объективности сравнения эффективности стандартных и новых форм комплексных удобрений проведена экономическая оценка по методике, включающей основные показатели, такие как прибыль от удобрений на гектар площади, чистый доход и рентабельность их применения [2]. При вычислении экономической эффективности использованы следующие нормативы затрат: процессы, цены на удобрения и растениеводческую продукцию по состоянию на 30 декабря 2021 г. и 3 марта 2022 г.; курс доллара 2,6122 бел. руб. (на апрель 2021 г.) и 2,8013 бел. руб. (на апрель 2022 г.). Расчет экономической эффективности применения комплексных удобрений по ценам 2022 г. проведен вследствие того, что в этот период были существенно увеличены отпускные цены на минеральные удобрения, особенно на фосфорные.

Стоимость стандартных и комплексных удобрений (1 т физического веса (ф. в.) и действующего вещества (д. в.)), используемых в полевых и производственных опытах, приведена в табл. 1.

Таблица 1. Стоимость 1 т минеральных удобрений, применяемых в полевых опытах (на 2021 и 2022 гг.)

Форма удобрений	Удобрение, содержание д. в. (%)	Без НДС, тыс. бел. руб.				Без НДС, долл. США				Д. в. с НДС, долл. США	
		ф. в.		д. в.		ф. в.		д. в.		2021 г.	2022 г.
		2021 г.*	2022 г.**	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Азотные удобрения											
Карбамид (1-й сорт)	Nm, 46	716,74	827,35	1558,13	1798,5	274,4	295,3	596,5	642,0	715,8	770,4
Сульфат аммония кристаллический	Naa, 21	270,94	376,39	1290,19	1792,3	103,7	134,4	493,9	639,8	592,7	767,8
Фосфорные удобрения											
Аммонизированный суперфосфат	NP 38 (марка 8-30), 38	433,75	1074,20	1145,84	2837,67	166,05	383,46	438,65	1012,98	526,38	1215,58
Аммофос	NP (марка 12-52), 64	708,95	1813,50	1417,90	3626,99	271,40	647,38	542,80	1294,75	651,36	1553,70
Калийные удобрения											
Калий хлористый гранулированный	K, 60	61,70	96,40	102,83	160,66	23,62	34,41	39,36	57,35	47,23	68,62
Комплексные удобрения (NPK)											
NPK для озимой пшеницы	NPK (5-16-35 с Zn, B, Fe), 56	462,33	1134,90	825,59	2026,59	176,99	405,13	316,05	723,45	379,26	868,14
NPK для озимого рапса	NPK (марка 7-16-31 с B), 54	466,09	1154,70	863,13	2138,27	178,43	412,20	330,42	763,31	396,50	915,97
NPK для сахарной свеклы	NPK (марка 13-12-20 с S, B и Na ₂ O), 45	429,48	1063,60	842,12	2085,40	164,41	379,68	322,38	744,44	386,86	893,33
NPK для льна-долгунца	NPK (марка 6-21-32 с B, Zn и Fe), 59	522,74	1294,20	917,08	2270,42	200,11	462,00	351,08	810,49	421,30	972,59
NPK для картофеля	NPK (марка 16-12-24 с S, B), 52	472,98	1171,10	927,37	2054,46	181,07	418,06	355,01	733,40	426,01	880,08

* Цены на 1 апреля 2021 г. (1 долл. США = 2,6122 бел. руб.); ** цены на 1 апреля 2022 г. (1 долл. США = 2,8013 бел. руб.).

Примечание. Составлена авторами по результатам собственных исследований и [5, 6].

Под пшеницу озимую в основную заправку почвы перед посевом внесено 280 кг/га д. в. $N_{25}P_{80}K_{175}$, под озимый рапс – 249 кг/га д. в. $N_{30}P_{86}K_{133}$, сахарную свеклу – 319 кг/га д. в. $N_{100}P_{86}K_{133}$, лен-долгунец – 246 кг/га д. в. $N_{25}P_{88}K_{133}$, картофель – 293 кг/га д. в. $N_{90}P_{68}K_{135}$.

Среднее соотношение азота, фосфора и калия (N : P : K) в комплексных удобрениях, взятых для расчета экономической эффективности, составило:

для озимых зерновых культур (марка 5-16-35) – 1 : 3,20 : 7,00;

озимого рапса (марка 7-16-31) – 1 : 2,29 : 4,43;

сахарной свеклы (марка 13-12-20) – 1 : 0,92 : 1,54;

льна-долгунца (марка 6-21-32) – 1 : 3,50 : 5,33;

картофеля (марка 16-12-24) – 1 : 0,75 : 1,50.

Средняя прибавка за счет действия комплексных удобрений с микроэлементами в полевых и производственных опытах по сравнению со стандартными удобрениями составила:

для зерна озимой пшеницы – 4,2 ц/га;

семян озимого рапса – 3,5 ц/га;

корнеплодов сахарной свеклы – 61 ц/га;

выхода тресты – 7,9 ц/га;

семян льна-долгунца – 1,6 ц/га;

клубней картофеля – 27 ц/га.

Стоимость прибавки урожая за счет минеральных удобрений оценивалась согласно установленным фиксированным ценам на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожаяев 2021 и 2022 гг., закупаемую для государственных нужд.

В 2021 г. закупочные цены за 1 т продукции без НДС были следующие:

на зерно пшеницы (клейковина не менее 28 %, класс 2) – 410,28 бел. руб. (с НДС – 492,37 бел. руб.);

маслосемена рапса (для пищевых целей, класс 1) – 919,78 бел. руб. (с НДС – 1103,74 бел. руб.);

корнеплоды сахарной свеклы (кондиционные) – 70,12 бел. руб. (с НДС – 84,14 бел. руб.);

тресту льна (при среднем номере тресты 1,25) – 408,51 бел. руб. (с НДС – 490,21 бел. руб.);

семена льна (на технические нужды) – 1500 бел. руб. (с НДС – 1800 бел. руб.);

клубни картофеля – 1000 бел. руб. (с НДС – 1200 бел. руб.).

В 2022 г. закупочные цены за 1 т продукции без НДС составили:

на зерно пшеницы (клейковина не менее 28 %, класс 2) – 492,34 бел. руб. (с НДС – 590,80 бел. руб.);

маслосемена рапса (для пищевых целей, класс 1) – 1354,46 бел. руб. (с НДС – 1625,35 бел. руб.);

корнеплоды сахарной свеклы (кондиционные) – 85 бел. руб. (с НДС – 102 бел. руб.);

тресту льна (при среднем номере тресты 1,25) – 442,82 бел. руб. (с НДС – 531,38 бел. руб.);

семена льна (на технические нужды) – 2000 бел. руб. (с НДС – 2400 бел. руб.);

клубни картофеля – 1500 бел. руб. (с НДС – 1800 бел. руб.).

На основе [2] рассчитаны стоимость продукции, затраты на применение минеральных стандартных и комплексных удобрений (цена NPK и расходы на их внесение, а также уборку и доработку урожая) и чистый доход за 2021 г. (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур в 2021 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю/прибавка к базовому	Стоимость продукции с НДС, долл. США/га	Затраты (среднегодовые), долл. США/га				Чистый доход, тыс. долл. США/га	
				на NPK	на внесение удобрений	на уборку и доработку урожая	всего	от удобрений	к базовому
Озимая пшеница									
Контроль без удобрений	38,2	–	720,03	–	–	120,71	120,71	599,32	–
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₇₅ (стандартные удобрения) – базовый вариант	62,4	24,2	1176,17	53,02	24,02	197,18	274,22	901,95	–
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₇₅ (комплексное)	66,6	28,4/4,2	1255,33/79,2	106,19	10,6	210,46	327,25	928,08	26,14
Озимый рапс									
Контроль без удобрений	17,3	–	731,00	0	0	86,50	86,50	644,48	–
N ₃₀ P ₈₆ K ₁₃₃ (стандартные удобрения) – базовый вариант	34,4	17,1	1453,51	73,02	22,22	172,0	267,24	1186,27	–
N ₃₀ P ₈₆ K ₁₃₃ (комплексное)	37,9	20,6/3,5	1601,40/147,9	98,72	9,09	189,50	297,31	1304,09	117,82
Сахарная свекла									
Контроль без удобрений	339	–	1091,93	–	–	396,63	396,63	695,30	–
N ₁₀₀ P ₈₆ K ₁₃₃ (стандартные удобрения) – базовый вариант	601	262	1935,84	106,72	42,99	703,17	852,88	1082,96	–

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю/прибавка к базовому	Стоимость продукции с НДС, долл. США/га	Затраты (среднегодовые), долл. США/га				Чистый доход, тыс. долл. США/га	
				на NPK	на внесение удобрений	на уборку и доработку урожая	всего	от удобрений	к базовому
N ₁₀₀ P ₈₆ K ₁₃₃ (комплексное)	662	323/61	2132,33/ 196,5	123,41	16,30	774,54	914,25	1218,08	135,11
Лен-долгунец (треста)									
Контроль без удобрений	43,8	–	821,96	–	–	146,70	146,70	675,26	–
N ₂₅ P ₈₈ K ₁₃₃ (стандартные удобрения) – базовый вариант	54,2	10,4	1017,13	52,60	21,84	181,57	256,01	761,12	–
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₇₅ (комплексное)	62,1	18,3/7,9	1165,38/ 148,3	103,64	8,84	208,04	320,52	844,86	83,74
Лен-долгунец (семена)									
Контроль без удобрений	6,6	–	454,79	–	–	146,70	146,70	308,09	–
N ₂₅ P ₈₈ K ₁₃₃ (стандартные удобрения) – базовый вариант	8,8	2,2	606,39	52,60	21,84	181,57	256,01	350,38	–
N ₂₅ P ₈₀ K ₁₇₅ (комплексное)	10,4	3,8/1,6	716,64/ 110,3	103,64	8,84	208,04	320,52	396,12	45,74
Картофель									
Контроль без удобрений	307	–	14103,05	–	–	432,87	432,87	13670,18	–
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные удобрения) – базовый вариант	377	70	17318,74	93,64	38,67	531,57	655,03	16663,71	–
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	404	97/27	18559,07/ 1240,33	124,82	11,94	569,6	706,36	17852,71	1189,0

Примечание. Составлена авторами по результатам собственных исследований и [5, 6].

В 2021 г. общие производственные затраты на получение прибавки зерна озимой пшеницы от стандартных удобрений в базовом варианте достигли 274,22 долл. США/га, чистый доход – 901,95 долл. США/га.

Чистый доход от применения комплексных удобрений в основную заправку почвы по сравнению со стандартными на озимой пшенице составил 26,14 долл. США/га, на озимом рапсе – 117,82 долл. США/га, сахарной свекле –

135,11 долл. США/га, льне-долгунце (треста) – 83,74 долл. США/га, льне-долгунце (семена) – 45,74 долл. США/га и картофеле – 1189,0 долл. США/га.

Данные табл. 2 показывают, что комплексные удобрения в условиях 2021 г. были эффективными на всех культурах по сравнению с применением стандартных в эквивалентных дозах.

В 2022 г. (апрель) увеличились цены на все формы удобрений. Стоимость карбамида повысилась в 1,08 раза и составила 770,4 долл. США/т д. в. (с НДС) по сравнению с 2021 г. (715,8 долл. США/т); сульфата аммония мелкокристаллического – в 1,30 раза, с 592,7 до 767,8 долл. США/т; калия хлористого – в 1,45 раза, с 47,23 до 68,62 долл. США/т д. в. Существенно выросли цены на фосфорные удобрения (в 2,31–2,39 раза) и все формы комплексных (в 2,07–2,31 раза) (см. табл. 1).

Расчет экономической эффективности стандартных и новых форм комплексных удобрений в условиях 2022 г. не приводим. Однако отметим, что применение комплексных удобрений с более высокими стоимостными показателями менее эффективно.

Так, на озимой пшенице не получена прибавка урожайности от внесения комплексных удобрений по сравнению со стандартными, а на озимом рапсе чистый доход снизился до 89,76 долл. США/га, сахарной свекле – до 65,51 долл. США/га, льне-долгунце (треста) – до 13,2 долл. США/га, льне-долгунце (семена) – 0,4 долл. США/га. Только при возделывании картофеля в условиях 2022 г., даже при высокой стоимости удобрений, чистый доход составил 1608,4 долл. США/га, что связано и с более высоким по сравнению с 2021 г. подорожанием клубней.

Заключение

Данные по изучению эффективности стандартных и новых форм комплексных удобрений в 2021 и 2022 гг. на дерново-подзолистых почвах Беларуси позволяют сделать следующие выводы:

1. При ценах на простые стандартные и комплексные минеральные удобрения и закупочных ценах на растениеводческую продукцию по состоянию до 1 января 2022 г. применение комплексных форм, сбалансированных по составу макро- и микроэлементов с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур, имеет существенное преимущество по сравнению с простыми формами. Благодаря использованию комплексных минеральных удобрений под озимую пшеницу, озимый рапс, лен-долгунец (треста, семена), сахарную свеклу, картофель обеспечивается чистый доход в размере от 26,1 (озимая пшеница) до 1189,0 (картофель) долл. США/га.

2. Преимущество комплексных минеральных удобрений перед простыми формами при применении под изученные сельскохозяйственные культуры, за исключением озимой пшеницы, по величине чистого дохода сохраняется и при значительном увеличении отпускных цен на минеральные удобрения в 2022 г.

3. Важным фактором повышения экономической эффективности комплексных минеральных удобрений могло бы стать решение о продаже калийных удобрений производителю (Гомельскому химическому заводу) по ценам для сельскохозяйственных организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пироговская, Г. В. Комплексные минеральные удобрения: разработка, применение, эффективность / Г. В. Пироговская, В. В. Лапа; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 336 с.

2. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 24 с.

3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.

4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

5. Объем производства продукции сельского хозяйства в текущих ценах / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, Интерактив. информ.-аналит. система распротр. офиц. стат. информ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=141445>. – Дата доступа: 23.08.2022.

6. Экономическая статистика. Статистика сельского хозяйства / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, Интерактив. информ.-аналит. система распротр. офиц. стат. информ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Search?code=1063065>. – Дата доступа: 23.08.2022.

Поступила в редакцию 30.08.2022

Сведения об авторах

Пироговская Галина Владимировна – ведущая лабораторией новых форм удобрений и мелиорантов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Лапа Виталий Витальевич – главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, академик

Information about authors

Pirahouskaya Halina Uladzimiraua – Head of the Laboratory of New Forms of Fertilizers and Ameliorants, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

Lapa Vitali Vitalievich – Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Academician