

УДК 635.21:631.895-026.772:631.816.3

Д. С. Гасило¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник

Д. Д. Фицура¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий
отделом технологий производства, защиты и хранения картофеля

В. А. Сердюков¹, старший научный сотрудник

В. Д. Тараканова¹, младший научный сотрудник

Г. А. Соколов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий
научный сотрудник

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

² Научно-производственное общество с дополнительной
ответственностью «ГЕОСОИЛ», г. Минск

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕСЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ ИПАН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований влияния доз комплексного органоминерального удобрения ИПАН марок 1 : 1 : 1,5 и 1 : 0,8 : 1,5 при его локальном внесении на биометрические показатели растений (количество стеблей и высота кустов), урожайность и ее структуру, а также биохимические показатели клубней (сухое вещество, крахмал, суммарный белок, витамин С, нитраты). При выращивании картофеля на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве максимальная урожайность отмечена в варианте Фон (40 т/га органических удобрений) + $N_{100}P_{100}K_{150}$, которая превышала контрольный вариант (без удобрений) на 22,6 т/га (68,3 %), 20,2 (72,7), 15,0 т/га (48,7 %) по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно.

Ключевые слова: картофель; сорт; дозы комплексного удобрения; урожайность; биометрические и биохимические показатели; КГУ ИПАН.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель отличается высокой продуктивностью и способностью потреблять и накапливать большое количество питательных веществ. Он дает хорошие урожаи на разных по генезису и гранулометрическому составу почвах, однако очень требователен к наличию питательных веществ в доступной для растений форме, особенно в период интенсивного клубнеобразования. Наиболее интенсивное поступление питательных веществ в растения происходит в фазы бутонизации и цветения. При применении удобрений под картофель необходимо учитывать его сортовые особенности, так как ранние сорта потребляют элементы питания интенсивнее и за более короткий период, чем поздние [1–3].

В настоящее время на рынке удобрений представлено много новых форм комплексных минеральных и органоминеральных удобрений, в том числе и для картофеля. Применение комплексных удобрений взамен простых их форм оправдано с хозяйственной

и экономической точек зрения, так как позволяет более равномерно внести питательные вещества в зону клубневого гнезда, снизить плотность почвы за счет уменьшения количества проездов техники по полю, уменьшить потребность в технике, а также гарантировать внесение элементов питания в заданном соотношении. При этом установлено, что наибольшую отдачу от удобрений можно получить при использовании локального способа их внесения [4–7].

Известно, что одним из определяющих факторов эффективности минеральных удобрений являются метеорологические условия в период вегетации картофеля. Установлено, что в засушливые годы эффективность NPK удобрений может снижаться в среднем на 36 %, а во влажные – возрастать до 52 % по сравнению с годами с оптимальными метеорологическими условиями [1, 8].

Г. В. Пироговская и др. [9] установили, что применение комплексного NPK с S (5 %), B (0,15 %), Cu (0,15 %) под картофель на дерново-подзолистой рыхло-супесчаной почве обеспечило по сравнению с фоном повышение урожайности клубней на 21,0 т/га, а в сравнении с использованием гранулированного сульфата аммония с регулятором роста растений гидрогумат на фоне РК – на 3,4 т/га.

По данным Т. Н. Сидоренко и Л. Г. Тихоновой [10], от применения локальным способом органоминеральных гранулированных удобрений в дозе $N_{100}P_{100}K_{150}$ и комплексных гранулированных удобрений $N_{112}P_{84}K_{168}S_{5,0}B_{0,05}Cu_{0,03}Mn_{0,04}$ увеличивается урожайность картофеля сорта Карсан за счет общей массы клубней на один куст и средней массы одного клубня, при этом увеличивается выход товарного картофеля.

Исходя из вышеизложенного целью наших исследований было изучение влияния доз комплексного органоминерального удобрения ИПАН марок 1 : 0,8 : 1,5 и 1 : 1 : 1,5 при локальном способе внесения на урожайность и биохимические показатели клубней картофеля разных сроков созревания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Опыт проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве технологического севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2020–2022 гг.

Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – сорт: Першацвет, Скарб, Рубин.

Фактор В – дозы удобрения:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Контроль – без удобрений; | 6. Фон + $N_{40}P_{40}K_{60}$; |
| 2. Фон – 40 т/га органических удобрений; | 7. $N_{100}P_{80}K_{150}$; |
| 3. $N_{20}P_{20}K_{30}$; | 8. Фон + $N_{100}P_{80}K_{150}$. |
| 4. Фон + $N_{20}P_{20}K_{30}$; | 9. $N_{100}P_{100}K_{150}$; |
| 5. $N_{40}P_{40}K_{60}$; | 10. Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$. |

Варианты 1–6, 9, 10 – марка 1 : 1 : 1,5; 7 и 8 – марка 1 : 0,8 : 1,5.

Пахотный горизонт опытных участков, где проводили агротехнические опыты, характеризуется следующими агрохимическими показателями: почва среднекислая (2 группа), содержание гумуса недостаточное (3 группа), содержание фосфора и калия – от повышенного до высокого (табл. 1).

В данной работе использовали удобрение комплексное органоминеральное гранулированное пролонгированного действия ИПАН марок 1:1:1,5 (N – 9–11 %; P_2O_5 – 9–11 %; K_2O – 13,5–16,5 %) и 1 : 0,8 : 1,5 (N – 9–11 %; P_2O_5 – 7–9 %; K_2O – 13,5–16,5 %), которое состоит из торфа 30–50 % и минеральных удобрений 50–70 %. Представляет собой твердые рассыпчатые, округлые гранулы от темно-серого до черного цвета

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного (0–22 см) горизонта почвы опытных участков, 2020–2022 гг.

Показатели	Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва
Гумус (по Тюрину), %	1,73–2,00
pH в KCl	4,4–4,8
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг	205,2–335,0
K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг	259,0–334,0

диаметром 3–5 мм. Применяется на всех типах почв. Главной особенностью гранул КГУ ИПАН является постепенное, медленное растворение питательных веществ. Это позволяет растениям получать полноценное питание в течение всего периода вегетации, при этом потери от вымывания компонентов сводятся к минимуму. Производитель – филиал «Экспериментальная база Свислочь» ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» (рис. 1).

Технология возделывания общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [11]. Предшественник в севообороте – озимый рапс на маслосемена. Удобрение вносили локально при посадке согласно схеме опыта с использованием картофелесажалки СК-4, которая одновременно с посадкой вносит удобрения.

В соответствии с методикой исследований по культуре картофеля в период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: фенологические – начало (10 %) и массовое (75 %) появление всходов, бутонизация и цветение [12]. Урожайность учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [13, 14].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли термостатно-весовым методом, содержание нитратов – ионоселективным методом, витамина С – по Мурри [15], суммарного белка – реактивом Оранж Ж [16].

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [15].

Результаты полевых опытов и лабораторных исследований обработаны методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» и программой STATISTICA 10 [17].



Рисунок 1 – Внешний вид КГУ ИПАН

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

Метеорологические условия в годы проведения полевых исследований отличались и были нестабильны в течение вегетационных периодов (рис. 2 и 3). Весной, в апреле, в период проведения весенне-полевых работ по подготовке почвы к посадке картофеля среднесуточная температура воздуха была выше среднееголетней (5,3 °С) от 0,2 °С в 2022 г. (5,5 °С) до 1,5 °С (6,8 °С) в 2021 г., составив 6,7 °С в среднем. Осадков в 2020 и 2021 гг. выпало меньше нормы (47,9 мм) на 14,3 мм (33,6 мм), в 2022 г. – 117,1 мм, или 244,5 % от нормы, то есть почва была переувлажненной.

Среднесуточная температура в мае была ниже среднееголетнего показателя (13,7 °С) в 2020 г. (12,0 °С) и в 2021 г. (12,1 °С), а самый холодный май был в 2022 г. – не выше 11,6 °С. Количество выпавших осадков превысило норму (60 мм) на 33,3 мм в 2021 г. и 12,5 мм в 2022 г. и составило 93,3 и 72,5 мм соответственно. Май 2020 г. был более сухой, осадков выпало 47,6 мм, что составило 79,3 % от нормы. Почва в 2021 и 2022 гг. была в течение всего месяца хорошо увлажненная, в 2020 г. – от слабо до хорошо увлажненной.

В июне 2021 г. среднесуточная температура воздуха была выше среднееголетней (17,4 °С) на 2,6 °С, составив 20 °С, в 2022 г. превышение было на 1,5 °С, в 2020 г. – на 2,3 °С. В июне 2021 и 2022 гг. отмечался дефицит осадков, всего за месяц выпало 69,0 и 63,3 мм соответственно, что составило 84,2 и 77,2 % от нормы (82,0 мм). В 2022 г. было

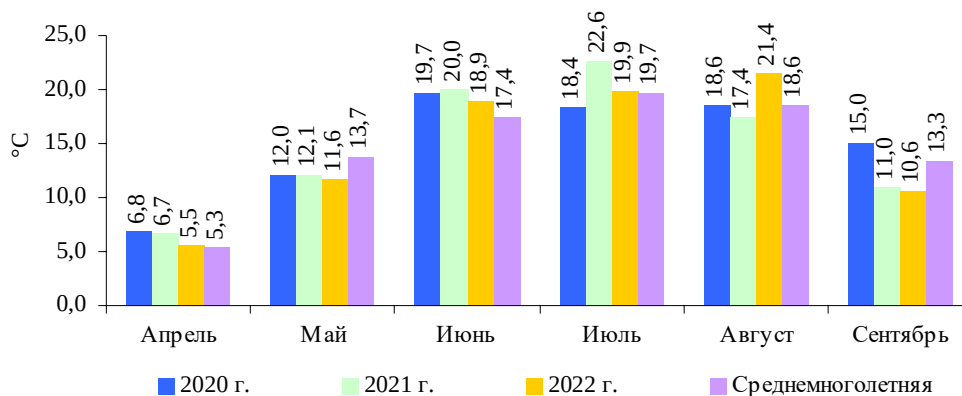


Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам за 2020–2022 гг., °С (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

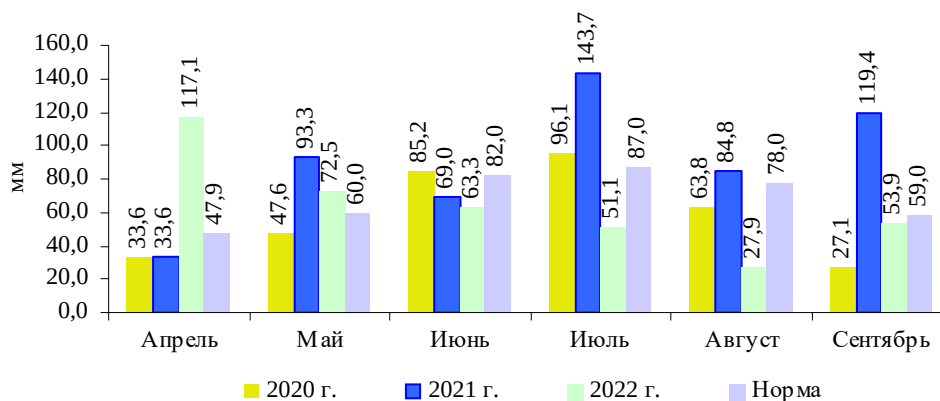


Рисунок 3 – Количество выпавших осадков по месяцам за 2020–2022 гг., мм (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

незначительное превышение нормы количества выпавших осадков – на 3,2 мм (85,2 мм, или 103,9 % от нормы).

В июле 2020 г. среднесуточная температура воздуха была на 1,3 °С ниже средне-многолетней (19,7 °С) и составила 18,4 °С, в 2022 г. – находилась в пределах нормы – 19,9 °С. Существенное превышение было отмечено в 2021 г. – 22,6 °С, что выше средне-многолетней на 2,9 °С. Количество выпавших осадков в июле 2020 г. превысило норму (87,0 мм) на 9,1 мм, в 2021 г. – на 56,7 мм (165,2 %) от нормы. Сухой июль был в 2022 г., всего выпало осадков 58,7 % от нормы. Почва в июле в годы исследований была от слабо до хорошо увлажненной.

В августе 2020 г. среднесуточная температура была на уровне среднемноголетней (18,6 °С), в 2021 г. – ниже на 1,2 °С, а в 2022 г. – выше на 2,8 °С. Осадки выпадали неравномерно по годам, август 2022 г. был сухой, всего за месяц выпало 27,9 мм, или 35,8 % от нормы (78 мм), в 2020 г. – 63,8 мм, или 81,8 % от нормы. Выше нормативного показателя осадков выпало в 2021 г. – 84,8 мм, или 108,2 % от нормы. Почва в августе была от слабо до хорошо увлажненной.

В сентябре 2021 и 2022 гг. среднесуточная температура была ниже среднемноголетней (13,3 °С) на 2,3 и 2,7 °С соответственно, а в 2020 г. – на 1,7 °С выше. Количество выпавших осадков было значительно ниже нормы в 2020 г. – 27,1 мм, или 45,9 % от нормы (59,0 мм) и незначительно ниже – на 5,1 мм в 2022 г. Большое количество выпавших осадков отмечено в сентябре 2021 г. – 119,4 мм, что выше нормы на 60,4 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние вносимых доз КГУ ИПАН марок 1 : 1 : 1,5 и 1 : 0,8 : 1,5 на биометрические показатели изучаемых сортов картофеля представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние доз внесения КГУ ИПАН на биометрические показатели растений картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет		Скарб		Рубин	
	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см
Контроль – без удобрений	3,5	49,8	3,7	37,3	4,9	45,2
Фон – 40 т/га органических удобрений	3,6	49,9	3,8	44,6	4,8	48,2
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	3,6	51,8	4,0	40,1	5,1	50,5
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	3,7	52,3	4,0	46,3	5,3	53,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	4,2	53,8	3,9	43,1	4,9	54,1
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	4,4	54,6	3,9	46,9	5,4	54,2
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	4,0	56,7	3,6	50,7	5,1	59,7
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	4,0	57,5	3,7	53,2	4,6	64,8
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,0	57,2	3,9	52,2	5,4	66,5
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,5	58,9	4,1	54,9	5,4	69,3
Фактор			Количество стеблей		Высота растений	
НСР ₀₅	А – сорт		0,24		2,99	
	В – дозы удобрения		0,48		5,07	
	Взаимодействие А×В		0,61		7,36	

* КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

Результаты исследований показали, что максимальная высота растений была отмечена при внесении комплексного органоминерального удобрения в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ и по сортам составила: Першацвет – 58,9 см (+9,1 см), Скарб – 54,9 (+17,6), Рубин – 69,3 см (+24,1 см), а минимальная высота растений была в варианте с минимальной дозой комплексного удобрения $N_{20}P_{20}K_{30}$ – +1,9 см (Першацвет), +2,8 (Скарб), +3,0 см (Рубин) по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений). Использование КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5 в дозе $N_{100}P_{80}K_{150}$ способствовало увеличению высоты растений на 6,9 см (Першацвет), 13,4 (Скарб), 14,5 см (Рубин), а на фоне 40 т/га: 7,7 см (Першацвет), 15,9 (Скарб), 19,6 см (Рубин). При сравнении двух марок удобрения 1 : 0,8 : 1,5 и 1 : 1 : 1,5 было отмечено, что при внесении марки 1 : 0,8 : 1,5 наблюдалось снижение высоты растений, которое составило 0,5–1,3 см (Першацвет), 1,5–1,7 (Скарб), 4,5–6,8 см (Рубин) по сравнению с маркой 1 : 1 : 1,5.

Из таблицы 2 видно, что количество стеблей по сортам составило: Першацвет – 3,5–4,5 шт/куст, Скарб – 3,6–4,1, Рубин – 4,6–5,4 шт/куст. У всех изучаемых сортов зависимости количества стеблей от доз внесения комплексного органоминерального удобрения установлено не было, так как это сортовой признак, за исключением вариантов Фон + $N_{40}P_{40}K_{60}$ и Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сорта Першацвет, где получено достоверное увеличение данного показателя на 0,8 и 1,0 шт/куст соответственно.

Максимальная урожайность была отмечена при внесении 40 т/га органических удобрений в сочетании с максимальной дозой КГУ ИПАН (Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$), которая превышала контрольный вариант (без удобрений) у сорта Першацвет на 22,6 т/га (68,3 %), Скарб – 20,2 (72,7), Рубин – 15,0 т/га (48,7 %) (табл. 3).

Уменьшение дозы удобрения привело к снижению урожайности по всем изучаемым сортам. Минимальная урожайность отмечена в варианте $N_{20}P_{20}K_{30}$. Прибавка урожая по сортам составила: Першацвет – 2,0–7,9 т/га (6,0–23,9 %), Скарб – 1,4–5,7 (5,0–20,5), Рубин – 1,8–7,1 т/га (5,8–23,1 %) в сравнении с контрольным вариантом. Снижение урожайности по сравнению с вариантом Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ по сортам составило: Першацвет – 20,6 т/га (58,7 %), Скарб – 18,8 (64,4), Рубин – 13,2 т/га (40,5 %). Это можно объяснить уменьшением количества крупной фракции в структуре урожая на 9,6; 4,9; 5,8 %, а также увеличением количества мелкой фракции на 2,4; 3,0; 2,3 % по сортам Першацвет, Скарб, Рубин соответственно.

Использование органических удобрений в дозе 40 т/га позволило получить прибавку урожайности 3,2; 1,9; 6,4 т/га, а в сочетании с различными дозами комплексного органоминерального удобрения – 2,6–7,1; 2,3–4,3; 3,2–5,3 т/га по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно (табл. 4). Окупаемость 1 т органических удобрений по сортам составила: Першацвет – 80,0 кг клубней, Скарб – 47,5 и Рубин – 160 кг клубней, а при использовании с комплексным органоминеральным удобрением – 65,0–177,5 кг клубней (Першацвет), 57,5–107,5 (Скарб), 80,0–132,5 кг клубней (Рубин).

Применение КГУ ИПАН марки 1 : 1 : 1,5, в зависимости от доз внесения позволило получить прибавку урожайности 2,0–15,5 т/га (Першацвет), 1,4–16,5 (Скарб) и 1,8–11,8 т/га (Рубин). Максимальная прибавка была отмечена в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сортов Першацвет (22,6 т/га), Скарб (20,2), Рубин (15,0 т/га).

Урожайность увеличилась при внесении удобрения марки 1 : 0,8 : 1,5 по сравнению с контролем на 13,6–18,7 т/га, или 41,1–56,5 % (Першацвет), 14,2–17,9 т/га, или 51,1–64,4 (Скарб), 7,9–13,2 т/га, или 25,6–42,9 % (Рубин), а при сравнении с маркой 1 : 1 : 1,5 снизилась на 1,9–3,9 т/га; 1,2–2,3; 1,8–3,9 т/га, или 4,1–7,5 %; 2,9–5,0; 4,1–10,0 % соответственно сорту. Снижение урожайности обусловлено уменьшением количества крупной фракции в ее структуре.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 3 – Влияние доз внесения КГУ ИШАН на урожайность изучаемых сортов картофеля и их структуру, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет				Скарб				Рубин				Товар- ная уро- жай- ность, т/Га					
	Общая урожай- ность, т/га	Структура урожая, %			Товар- ная уро- жай- ность, т/га	Товар- ная уро- жай- ность, т/га	Товар- ность, %	Общая урожай- ность, т/га	Структура урожая, %			Товар- ность, %						
		> 60 мм	30–60 мм	< 30 мм					> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм			> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм		
Контроль – без удобрений	33,1	59,1	32,3	8,6	91,4	30,3	27,8	36,8	55,4	7,8	92,2	25,6	30,8	39,8	52,0	8,2	91,8	28,3
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,3	66,6	27,1	6,3	93,7	34,0	29,7	48,2	44,3	7,5	92,5	27,5	37,2	39,9	52,7	7,4	92,6	34,4
Фон + N ₁₀₀ P ₂₀ K ₃₀	35,1	60,2	34,5	5,3	94,7	33,2	29,2	50,7	42,8	6,5	93,5	27,3	32,6	49,8	43,0	7,2	92,8	30,3
	41,0	62,0	33,5	4,5	95,5	38,8	33,5	50,3	45,0	4,7	95,3	31,9	37,9	51,2	42,0	6,8	93,2	35,3
	40,7	62,2	34,0	3,8	96,2	39,2	32,4	50,2	44,7	5,1	94,9	30,7	38,3	50,9	43,2	5,9	94,1	35,9
	43,3	62,9	33,8	3,3	96,7	45,2	34,7	50,3	46,1	3,6	96,4	33,5	42,7	53,0	40,8	6,2	93,8	40,1
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	46,7	70,7	25,5	3,8	96,2	44,9	42,0	49,5	44,7	5,8	94,2	39,6	38,7	50,3	43,3	6,7	93,3	36,1
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	51,8	63,4	33,2	3,4	96,6	50,0	45,7	48,5	46,7	4,8	95,2	43,5	44,0	51,3	42,7	6,0	94,0	41,4
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	48,6	73,2	23,6	3,2	96,8	47,0	44,3	57,2	38,3	4,5	95,5	42,3	42,6	52,2	42,2	5,6	94,4	40,2
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	55,7	69,8	27,3	2,9	97,1	54,1	48,0	55,6	40,9	3,5	96,5	46,3	45,8	55,6	39,5	4,9	95,1	43,6
НСР ₀₅	Фактор А – сорт				4,59				Взаимодействие А×В				6,05					
	Фактор В – дозы удобрения				4,95				–									

* КГУ ИШАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 4 – Прибавка урожайности картофеля в зависимости от доз внесения КГУ ИПАН, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Урожай- ность, т/га	Прибавка урожайности, т/га			Окупаемость 1 кг НРК/1 т органических удобрений
		общая	органиче- ские удоб- рения	дозы удобре- ний	
Першацвет					
Контроль – без удобрений	33,1	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,3	3,2	3,2	–	80,0
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	35,1	2,0	–	2,0	28,6/–
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	41,0	7,9	5,9	2,0	112,9/147,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	40,7	7,6	–	7,6	54,3/–
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	43,3	10,2	2,6	7,6	72,9/65,0
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	46,7	13,6	–	13,6	41,2/–
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	51,8	18,7	5,1	13,6	56,7/127,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	48,6	15,5	–	15,5	44,3/–
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	55,7	22,6	7,1	15,5	64,6/177,5
Скарб					
Контроль – без удобрений	27,8	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	29,7	1,9	1,9	–	47,5
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	29,2	1,4	–	1,4	20,0/–
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	33,5	5,7	4,3	1,4	81,4/107,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	32,4	4,6	–	4,6	32,9/–
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	34,7	6,9	2,3	4,6	49,3/57,5
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	42,0	14,2	–	14,2	43,0/–
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	45,7	17,9	3,7	14,2	54,2/92,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	44,3	16,5	–	16,5	47,1/–
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	48,0	20,2	3,7	16,5	60,6/92,5
Рубин					
Контроль – без удобрений	30,8	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	37,2	6,4	6,4	–	160,0
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	32,6	1,8	–	1,8	25,7/–
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	37,9	7,1	5,3	1,8	101,4/132,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	38,3	7,5	–	7,5	53,6/–
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	42,7	11,9	4,4	7,5	85,0/110,0
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	38,7	7,9	–	7,9	23,9/–
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	44,0	13,2	5,3	7,9	40,0/132,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	42,6	11,8	–	11,8	33,7/–
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	45,8	15,0	3,2	11,8	42,9/80,0
НСР ₀₅	Фактор А – сорт	4,59	–		
	Фактор В – дозы удобрения	4,95			
	Взаимодействие А×В	6,05			

* КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

Окупаемость внесенного органоминерального удобрения ИПАН марки 1 : 1 : 1,5 клубнями картофеля в зависимости от дозы без органических удобрений по сортам составила: Першацвет – 28,6–54,3; Скарб – 20,0–47,1; Рубин – 23,9–53,6 кг клубней/1 кг д. в. NPK, а на фоне 40 т/га органических удобрений – 56,7–112,9; 49,3–81,4; 40,0–101,4 кг клубней/1 кг д. в. NPK по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно. Максимальная окупаемость отмечена в варианте Фон + $N_{20}P_{20}K_{30}$ у всех изучаемых сортов.

При внесении КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5 окупаемость у сорта Першацвет составила 41,2 кг клубней/1 кг д. в. NPK, Скарб – 43,0; Рубин – 23,9 кг клубней/1 кг д. в. NPK, а на фоне 40 т/га органических удобрений – 56,7; 54,2; 40,0 кг клубней/1 кг д. в. NPK по сортам соответственно. Сравнивая марки 1 : 0,8 : 1,5 и 1 : 1 : 1,5, отмечено снижение окупаемости у марки 1 : 0,8 : 1,5 на 3,1–7,9 кг клубней/1 кг д. в. NPK (Першацвет), 4,1–6,4 (Скарб) и 2,9–9,8 кг клубней/1 кг д. в. NPK (Рубин).

Влияние доз КГУ ИПАН на биохимические показатели представлено в таблице 5. Увеличение доз азота привело к снижению количества сухих веществ, следовательно, и крахмала: при минимальной дозе $N_{20}P_{20}K_{30}$ данный показатель у изучаемых сортов был на уровне контрольного варианта, а также в вариантах у сортов Першацвет – $N_{100}P_{100}K_{150}$ и Рубин – $N_{40}P_{40}K_{60}$, $N_{100}P_{100}K_{150}$. В варианте с применением комплексного удобрения $N_{40}P_{40}K_{60}$ он был ниже на 1,7 % (Першацвет). Следует отметить, что у сорта Скарб все варианты с маркой 1 : 1 : 1,5 без внесения органических удобрений были на уровне контрольного варианта. При добавлении органических удобрений данный показатель увеличился на 1,7–1,9 % (Першацвет), 0,9–1,6 (Скарб), 1,3–2,5 % (Рубин). Минимальное количество сухих веществ, в том числе и крахмала, было установлено в варианте Фон + $N_{40}P_{40}K_{60}$ (Першацвет), Фон + $N_{20}P_{20}K_{30}$ (Скарб) и Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ (Рубин).

Внесение КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5 привело к снижению сухих веществ и крахмала у сорта Першацвет на 1,2 и 1,1 %, Скарб – на 1,0 и 0,9 %, Рубин – на уровне контрольного варианта – без органических удобрений, а также на 2,1 и 2,2 %; 1,5 и 1,4; 2,4 и 2,3 % по сортам соответственно – с применением органических удобрений.

Использование комплексного удобрения не оказало существенного влияния на содержание суммарного белка у сортов Першацвет, Скарб, Рубин, за исключением вариантов Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ (+0,07 %) и Фон + $N_{100}P_{80}K_{150}$ (+0,09) для сорта Першацвет, Фон + $N_{40}P_{40}K_{60}$ (+0,08 %) для сорта Рубин.

Увеличение содержания витамина С отмечено в вариантах $N_{20}P_{20}K_{30}$ (+3,8 мг%), $N_{40}P_{40}K_{60}$ (+2,7), Фон + $N_{100}P_{80}K_{150}$ (+2,5), а снижение – у сорта Рубин в варианте $N_{40}P_{40}K_{60}$ (–2,9 мг%). В остальных вариантах, а также у сорта Першацвет показатели были в пределах ошибки опыта на уровне контрольного варианта.

Применение дозы удобрения $N_{20}P_{20}K_{30}$ показало наименьшее содержание нитратов у сорта Першацвет 89,5 (–77,4) мг/кг сырой массы, $N_{20}P_{20}K_{30}$ и $N_{100}P_{80}K_{150}$ у сорта Скарб 133,8 (–6,2), $N_{40}P_{40}K_{60}$ у сорта Рубин 68,0 (–37,0) мг/кг сырой массы по сравнению с контролем. Варианты $N_{20}P_{20}K_{30}$ (Скарб, Рубин), Фон + $N_{20}P_{20}K_{30}$ (Першацвет, Скарб), $N_{40}P_{40}K_{60}$ (Скарб), $N_{100}P_{80}K_{150}$ (Першацвет, Рубин), Фон + $N_{100}P_{80}K_{150}$ (Скарб), $N_{100}P_{100}K_{150}$ (Рубин) были на уровне контрольного варианта. Максимальное содержание нитратов отмечено в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сорта Першацвет – 290,7 (+123,8) мг/кг и Рубин – 221,0 (+116,0), у сорта Скарб в варианте $N_{100}P_{100}K_{150}$ – 263,6 (+123,6) мг/кг сырой массы.

При сравнении сортов между собой максимальное содержание нитратов отмечено у раннего сорта Першацвет – 290,7 мг/кг сырой массы, которое превышает средне-спелый сорт Скарб на 27,1 мг/кг и среднепоздний сорт Рубин на 69,7 мг/кг сырой массы.

**РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ**

Таблица 5 – Влияние доз внесения КГУ ИПАН на биохимические показатели изучаемых сортов картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Сухие вещества, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Першацвет					
Контроль – без удобрений	18,5	12,7	0,95	14,3	166,9
Фон – 40 т/га органических удобрений	18,0	12,2	0,98	15,0	193,4
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	17,7	2,0	0,94	14,1	89,5
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	16,8	11,1	1,00	13,3	204,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	16,8	11,1	1,01	15,3	120,7
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	16,6	10,8	0,99	15,4	229,8
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	17,3	11,6	0,93	14,4	133,5
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	16,4	10,5	1,04	13,0	253,7
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	18,7	13,0	0,97	15,1	212,4
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	18,1	12,4	1,02	14,4	290,7
Скарб					
Контроль – без удобрений	18,1	12,3	0,93	16,5	140,0
Фон – 40 т/га органических удобрений	17,4	11,7	0,91	15,3	187,8
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	17,6	11,7	0,98	20,3	133,8
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	16,5	10,7	0,98	15,5	181,2
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	17,8	12,0	0,94	19,2	176,3
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	17,2	11,5	0,98	17,1	183,4
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	17,1	11,7	0,92	18,6	133,8
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	16,6	10,9	0,93	19,0	170,2
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,2	11,5	0,94	18,6	263,6
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,4	11,6	0,91	16,7	198,2
Рубин					
Контроль – без удобрений	19,2	13,4	0,97	15,1	105,0
Фон – 40 т/га органических удобрений	18,2	12,4	1,00	14,9	125,5
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	18,6	12,7	0,93	15,0	114,1
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	17,7	12,0	0,96	15,1	157,4
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	19,3	13,4	0,93	12,2	68,0
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	17,9	12,1	1,05	15,8	164,0
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	18,7	13,0	0,93	13,5	103,0
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	16,8	11,1	1,00	15,0	189,4
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	19,5	13,7	1,02	15,4	145,5
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	16,7	10,9	1,00	13,4	221,0
НСР ₀₅	А – сорт	0,53	0,50	0,03	26,88
	В – дозы удобрений	0,91	0,85	0,06	42,22
	Взаимодействие А×В	1,33	1,21	0,09	55,35

* КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

Дисперсионным анализом (рис. 4) установлено, что высота растений, урожайность, количество сухих веществ и крахмала, содержание нитратов зависели от доз удобрения с долей влияния 53,4; 80,0; 47,4; 49,0; 56,4 %, количество стеблей и содержание витамина С от сорта на 65,7 и 60,7 %, содержание суммарного белка от взаимодействия факторов «сорт» и «дозы удобрения» на 44,1 %.

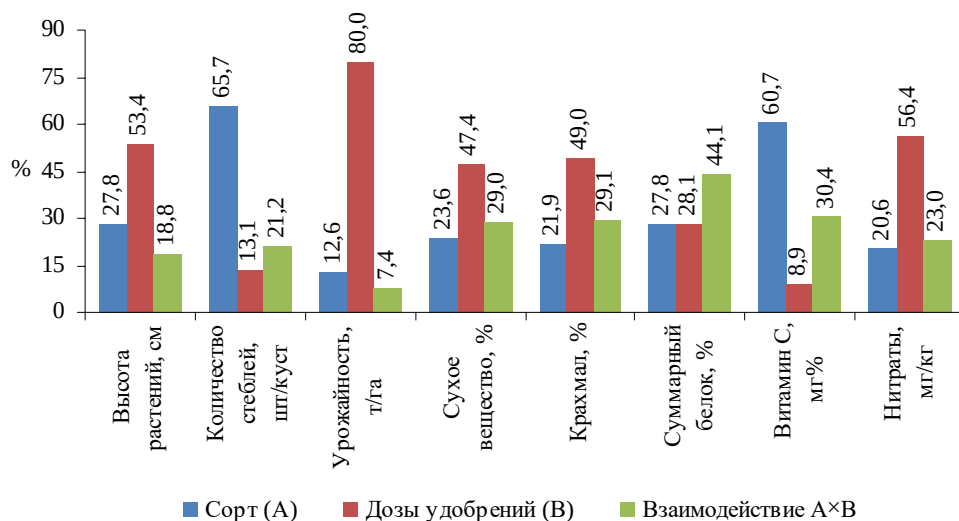


Рисунок 4 – Доля влияния факторов (сорт, дозы удобрений) на изучаемые показатели, среднее за 2020–2022 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по применению комплексного органоминерального удобрения ИПАН марок 1 : 1 : 1,5 и 1 : 0,8 : 1,5 локальным способом установлено, что максимальная высота растений была отмечена в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сорта Першацвет – 58,9 см (+9,0 см), Скарб – 54,9 (+17,6), Рубин – 69,3 см (+24,1 см). Использование данного удобрения марки 1 : 0,8 : 1,5 в дозе $N_{100}P_{80}K_{150}$ позволило увеличить высоту растений на 6,9; 13,4; 14,5 см, а на фоне 40 т/га – на 7,7; 15,9; 19,6 см у сортов Першацвет, Скарб, Рубин соответственно.

Максимальная прибавка урожайности была отмечена в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сорта Першацвет – 22,6 т/га (68,3 %), Скарб – 20,2 (72,7), Рубин – 15,0 т/га (48,7 %). Использование удобрения марки 1 : 0,8 : 1,5 способствовало получению прибавки 13,6–18,7 т/га, или 41,1–56,5 % (Першацвет), 14,2–17,9, или 51,1–64,4 (Скарб), 7,9–13,2 т/га, или 25,6–42,9 % (Рубин) по сравнению с контролем.

Высота растений, урожайность, количество сухих веществ и крахмала, содержание нитратов зависели от доз удобрения с долей влияния 53,4; 80,0; 47,4; 49,0; 56,4 %, количество стеблей и содержание витамина С от сорта на 65,7 и 60,7 %, содержание суммарного белка от взаимодействия факторов «сорт» и «дозы удобрения» на 44,1 %.

Список литературы

1. Комплексные удобрения : справ. пособие / В. Г. Минеев, В. П. Грызлов, Р. И. Синдякина [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 252 с.
2. Кинидин, В. В. Особенности питания и удобрения овощных культур и картофеля : учеб. пособие / В. В. Кинидин. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 202 с.

3. Бронштейн, П. М. Влияние новых комплексных удобрений на урожайность отечественных сортов картофеля разной спелости в условиях Северо-Запада РФ / П. М. Бронштейн, А. М. Спиридонов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и обучающихся / С.-Петербург. гос. аграр. ун-т. – СПб., 2019. – С. 56–59.
4. Комплексные удобрения в технологии возделывания картофеля на дерново-подзолистых почвах / Г. В. Пироговская, О. И. Исаева, С. С. Хмелевский, В. И. Сороко // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 1 (58). – С. 153–169.
5. Ионас, Е. Л. Комплексные удобрения для картофеля / Е. Л. Ионас, И. Р. Вильдфлуш // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
6. Локальное внесение минеральных удобрений эффективнее разбросного / А. Э. Шабанов, А. И. Киселев, С. Н. Зебрин, Э. Ш. Зулькарняева // Картофель и овощи. – 2011. – № 6. – С. 13.
7. Рылко, В. А. Оценка эффективности новых форм комплексных удобрений в посадках картофеля / В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 230–233.
8. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрения и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 521 с.
9. Экономическая эффективность применения азотосеросодержащих и комплексных удобрений в технологии возделывания картофеля, лука и капусты на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных почвах / Г. Пироговская, Д. Мысливец, О. Исаева [и др.] // Аграрная экономика. – 2019. – № 2 (285). – С. 51–60.
10. Сидоренко, Т. Н. Влияние форм способов внесения удобрений на урожайность картофеля / Т. Н. Сидоренко, Л. Г. Тихонова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XX Междунар. науч. конф. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 163–167.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разраб. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2005. – 460 с.
12. Росс, В. Биометрические измерения в посевах сельскохозяйственных культур / В. Росс, Ю. Росс // Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Отд-ние растениеводства и селекции, Науч. совет по фотосинтезу АН СССР. – М., 1969. – С. 25–49.
13. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 265 с.
14. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва Респ. Беларусь ; разраб.: С. А. Банадысев, А. М. Старовойтов, И. И. Колядко [и др.]. – Минск : [б. и.], 2003. – 71 с.
15. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
16. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – М. : Колос, 1987. – 456 с.
17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 02.12.2024 г.

D. S. GASTILO, D. D. FITSURO, V. A. SERDYUKOV,
V. D. TARAKANOVA, G. A. SOKOLOV

**RESULTS OF LOCAL APPLICATION OF COMPLEX
ORGANOMINERAL GRANULATED FERTILIZER IPAN
WHEN GROWING WARE POTATOES**

SUMMARY

The results of studies on the effect of doses of the complex organomineral fertilizer IPAN with grades 1 : 1 : 1.5 and 1 : 0.8 : 1.5, when applied locally, on the biometric parameters of plants (number of stems and bush height), yield and its structure, as well as the biochemical indicators of tubers (dry matter, starch, total protein, vitamin C, nitrates), are presented. When growing potatoes on sod-podzolic medium loamy soil, the maximum yield was observed with Fon variant (40 t/ha of organic fertilizers) + $N_{100}P_{100}K_{150}$, which exceeded the control variant (without fertilizers) by 22.6 t/ha (68.3 %), 20.2 t/ha (72.7 %), and 15.0 t/ha (48.7 %) for the varieties Pershatsvet, Skarb, and Rubin, respectively.

Key words: potato; variety; doses of complex fertilizer; yield; biometric and biochemical indicators; IPAN fertilizer.