

**Н. Ф. Терлецкая, А. С. Антонюк**

Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», г. Брест

E-mail: [info@paei.by](mailto:info@paei.by)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ КРАХМАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ**

### **РЕЗЮМЕ**

*Изучено влияние органических удобрений на основе отходов крахмального производства на урожайность картофеля. Установлено, что удобрения на основе мезги оказывают аналогичное традиционным удобрениям влияние на формирование урожайности картофеля. При использовании мезги в качестве удобрения содержание нитратов в клубнях не превышало предельно допустимых для продовольственного картофеля норм, содержание крахмала находилось на уровне 16,3–17,9 %*

*Ключевые слова:* картофель, мезга, органические удобрения, вермикомпост, урожайность, нитраты, тяжелые металлы, крахмал.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Картофель является ценной сельскохозяйственной культурой, широко используемой на продовольственные, технические и кормовые цели. Способность картофеля накапливать в урожае большое количество питательных веществ и наличие слаборазвитой корневой системы, расположенной главным образом в пахотном горизонте почвы, обуславливают его повышенную отзывчивость на удобрения. По усредненным данным, на каждые 100 ц клубней картофель выносит около 50 кг азота, 20 – фосфора, 90 – калия, около 40 – кальция и 20 кг магния [1]. Следовательно, для создания оптимальных условий роста и развития растений, получения высокой урожайности и качества клубней, а также восстановления почвенного плодородия необходимо своевременное внесение достаточного объема удобрений [2, 3].

В Республике Беларусь актуальна проблема рационального использования вторичных материальных ресурсов, в частности отходов крахмальных производств. Мезга, образующаяся при производстве крахмала, по влажности близка к жидкому навозу КРС, по содержанию органического вещества, азота и калия превосходит данное органическое удобрение, что позволяет ее использовать в растениеводческом комплексе сельскохозяйственного производства в удобрительных целях.

До настоящего времени исследования влияния отходов крахмальной промышленности на рост, развитие, урожайность картофеля и плодородие почв не проводились. В связи с этим изучение возможности использования мезги и компостов на ее основе в качестве нетрадиционных органических удобрений под данную культуру является актуальным.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА**

Объектом исследования являлся отход крахмального производства – мезга, представляющая собой остаток растертого картофеля после извлечения крахмала.

Полевой опыт изучения влияния органических удобрений на основе отходов крахмального производства на рост, развитие и урожайность картофеля включал следующие варианты:

1. Контроль (без удобрений);
2. Подстилочный навоз КРС (45 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;
3.  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;
4. Мезга (60 т/га);
5. Мезга (60 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;
6. Мезга (30 т/га) + подстилочный навоз КРС (20 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;
7. Мезга (60 т/га) + подстилочный навоз КРС (45 т/га);
8. Почвогрунт питательный (вермикомпост : торф – 8 : 2) (12 т/га).

В качестве субстрата для вермикомпостирования использовался перепревший навоз с почвой, в качестве подкормки – мезга и опилки.

Отход крахмального производства имел следующий агрохимический состав: влажность свежего образца – 91,5 %, кислотность – 5,34 ед. рН, содержание органического вещества – 75,0 кг/т, азота – 3,3 кг/т, подвижного фосфора – 0,4 кг/т, обменного калия – 3,0 кг/т, цинка – 24,64 мг/кг, меди – 8,86 мг/кг. Содержание подвижных форм тяжелых металлов: свинца – 0,12 мг/кг, кадмия – 0,18, марганца – 20,55, никеля – 0,55, кобальта – 0,40, хрома – 1,32 мг/кг.

Агрохимический состав вермикомпоста: влажность 30,01 % от сырой массы, кислотность – 6,7 ед. рН, содержание органического вещества – 166 кг/т, подвижного фосфора – 4,8, обменного калия – 7,3 кг/т.

Опыты были заложены на дерново-подзолистой связносупесчаной почве. Повторность вариантов в опыте 3-кратная, размещение опытных делянок рендомизированное. Площадь делянок в полевом опыте с органическими удобрениями – 100 м<sup>2</sup>, в опыте с почвогрунтом – 25 м<sup>2</sup>.

В опыте использовался сорт картофеля белорусской селекции Журавинка, включенный в Государственный реестр Республики Беларусь в 2004 г.

Закладка полевых опытов проводилась согласно организационно-технологическим нормативам возделывания сельскохозяйственных культур [4]. Для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорными растениями применялся Зенкор, СП (1,0 кг/га). Для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза проводились обработки посадок контактно-системным фунгицидом Синеккура, СТС (2,5 кг/га), фунгицидами контактного действия Зуммер, КС (0,4 л/га) и Абига-Пик, ВС (3,8 кг/га).

Калибровка клубней, имеющих округло-овальную форму, осуществлялась по наибольшему поперечному диаметру на следующие фракции: менее 28 мм; 28–55 мм; более 55 мм.

Статистическая обработка полученных данных выполнялась методом полевого опыта по Б. А. Доспехову [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Оценка вегетативного роста растений картофеля при использовании мезги как органического удобрения.** На ранних этапах развития потребность картофеля в элементах питания удовлетворяется за счет запасов материнского клубня. Поступление азота и зольных элементов в процессе вегетации картофеля происходит неравномерно. Наибольшее количество питательных веществ поглощается растениями в период активного роста надземной массы и клубнеобразования. Вследствие реутилизации питательных веществ к моменту уборки в клубнях содержится около 80 % азота, 90 –

#### РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

фосфора и практически весь калий (96 %) от усвоенного [6]. В связи с этим для роста и развития, а также получения высококачественного урожая картофелю необходимо своевременное обеспечение питательными веществами.

В наших исследованиях действие органических и минеральных удобрений проявилось в фазу вегетативного роста растений. Высота растений в опытных вариантах была достоверно выше, чем в контроле (15,3 и 35,5 см), и составила 19,4–23,4 см на 35-й день после посадки и 49,6–64,5 см на 75-й день после посадки (табл. 1).

Количество стеблей на куст растений в опытных вариантах составило 5,2–5,7 шт/куст, в контроле – 4,6 шт/куст (табл. 2).

**Оценка урожайности клубней картофеля при использовании мезги в качестве органического удобрения.** Внесение мезги как органического удобрения способствовало повышению урожайности клубней картофеля. Так, в вариантах с использованием мезги в чистом виде (60 т/га) урожайность клубней картофеля была выше, чем в контроле, на 57,5 ц/га и составила 211,7 ц/га (рис. 1).

При применении мезги (30 т/га) совместно с подстильным навозом (20 т/га) и минеральными удобрениями ( $N_{80}P_{50}K_{80}$ ), а также мезги (60 т/га) совместно с подстильным навозом (45 т/га) урожайность картофеля составила 237,9–247,5 ц/га. При внесении отхода крахмального производства (60 т/га) совместно с минеральными удобрениями ( $N_{80}P_{50}K_{80}$ ) урожайность находилась на уровне варианта с применением подстильного навоза (45 т/га) с минеральными удобрениями ( $N_{80}P_{50}K_{80}$ ) – 260,7 и 256,3 ц/га соответственно. В опытном варианте с использованием почвогрунта на основе вермикомпоста урожайность картофеля не превышала 259,3 ц/га.

Таблица 1 – Динамика роста растений картофеля в зависимости от доз органических удобрений

Вариант опыта	Высота, см	
	35-й день после посадки	75-й день после посадки
Контроль (без удобрений)	15,3 ± 1,11	35,5 ± 3,92
Подстильный навоз КРС (45 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	21,8 ± 1,06	60,2 ± 4,90
$N_{80}P_{50}K_{80}$	20,1 ± 1,54	49,6 ± 4,25
Мезга (60 т/га)	21,8 ± 1,45	56,1 ± 3,57
Мезга (60 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	23,4 ± 1,47	64,5 ± 6,05
Мезга (30 т/га) + подстильный навоз КРС (20 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	19,4 ± 1,19	58,5 ± 4,26
Мезга (60 т/га) + подстильный навоз КРС (45 т/га)	20,4 ± 1,67	59,2 ± 3,48
Вермикомпост + торф (8 : 2)	21,1 ± 1,46	56,1 ± 5,71

Таблица 2 – Количество стеблей на куст картофеля

Вариант опыта	Количество стеблей, шт/куст
Контроль (без удобрений)	4,6 ± 0,49
Подстильный навоз КРС (45 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	5,7 ± 0,52
$N_{80}P_{50}K_{80}$	5,5 ± 0,50
Мезга (60 т/га)	5,2 ± 0,44
Мезга (60 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	5,6 ± 0,39
Мезга (30 т/га) + подстильный навоз КРС (20 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	5,3 ± 0,38
Мезга (60 т/га) + подстильный навоз КРС (45 т/га)	5,3 ± 0,43
Вермикомпост + торф (8 : 2)	5,3 ± 0,37

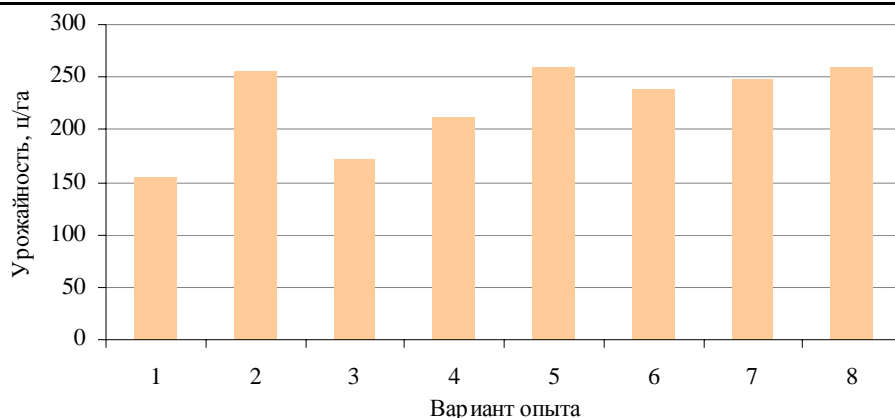


Рисунок 1 – Урожайность клубней картофеля:

1 – контроль (без удобрений); 2 – подстилочный навоз КРС (45 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ; 3 –  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ; 4 – мезга (60 т/га); 5 – мезга (60 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ; 6 – мезга (30 т/га) + подстилочный навоз КРС (20 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ; 7 – мезга (60 т/га) + подстилочный навоз КРС (45 т/га); 8 – вермикомпост (12 т/га)

В среднем число клубней с одного куста в контрольном варианте составило  $11,8 \pm 1,79$  шт., в вариантах с применением удобрений –  $12,3 \pm 1,14$  шт. –  $14,3 \pm 1,63$  шт.

Результаты исследований показали, что более высокий по сравнению с контролем урожай клубней картофеля при внесении мезги был получен благодаря увеличению процентного содержания клубней крупной фракции. В структуре урожая доля различных фракций в вариантах опыта представлена в таблице 3.

**Оценка качества продукции при использовании мезги как органического удобрения.** Как показали результаты исследований, содержание крахмала в клубнях картофеля находилось на уровне 16,3–17,9 %. Выход крахмала с единицы площади в контроле составил 27,6 ц/га, при использовании отхода крахмального производства – варьировал в зависимости от варианта опыта от 36,0 до 43,3 ц/га (рис. 2).

Содержание нитратов в клубнях картофеля при применении органических удобрений на основе мезги находилось в пределах 162–233 мг/кг, что ниже предельно допустимого уровня (250 мг/кг) [7, 8]. В контроле содержание нитратов составило 62 мг/кг, в вариантах с применением вермикомпоста – 162, мезги (60 т/га) и  $N_{80}P_{50}K_{80}$  – 193, мезги (60 т/га) и подстилочного навоза (45 т/га) – 233 мг/кг.

Таблица 3 – Доля фракций клубней картофеля по наибольшему поперечному диаметру в вариантах полевых опытов, %

Вариант опыта	Менее 28 мм	28–55 мм	Более 55 мм
Контроль (без удобрений)	20,1	74,5	5,4
Подстилочный навоз КРС (45 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	20,1	50,7	29,2
Мезга (60 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	20,2	46,7	33,1
Мезга (30 т/га) + подстилочный навоз КРС (20 т/га) + $N_{80}P_{50}K_{80}$	18,1	59,9	22,0
$N_{80}P_{50}K_{80}$	20,2	72,5	7,5
Мезга (60 т/га) + подстилочный навоз КРС (45 т/га)	19,7	64,2	25,5
Мезга (60 т/га)	20,3	68,4	11,3
Вермикомпост + торф (8 : 2)	20,8	49,1	30,1

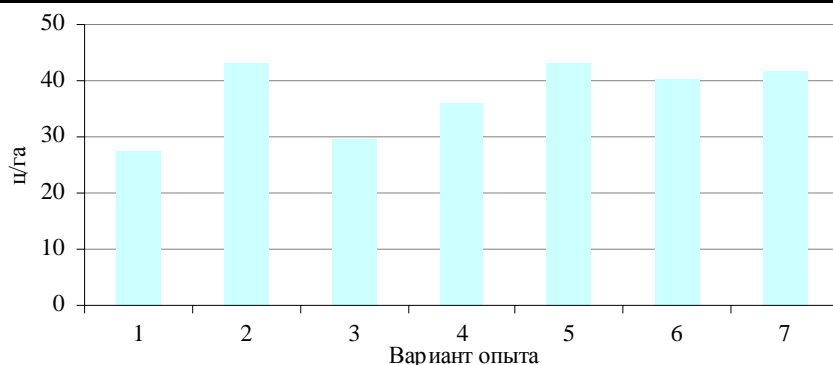


Рисунок 2 – Выход крахмала с единицы площади:

- 1 – контроль (без удобрений); 2 – подстильный навоз КРС (45 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;  
 3 –  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ; 4 – мезга (60 т/га); 5 – мезга (60 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;  
 6 – мезга (30 т/га) + подстильный навоз КРС (20 т/га) +  $N_{80}P_{50}K_{80}$ ;  
 7 – мезга (60 т/га) + подстильный навоз КРС (45 т/га)

Содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля при естественной влажности представлено в таблице 4.

Согласно Техническому регламенту Таможенного союза [8], в картофеле нормируется только содержание свинца – не более 0,5 мг/кг и кадмия – не более 0,03 мг/кг. В обследованных клубнях картофеля свинец не был обнаружен, содержание кадмия во всех образцах не превышало предельно допустимую норму.

Содержание калия в клубнях картофеля в контроле составило 1,96 % на сухую массу, в вариантах с использованием мезги – 2,35–2,51 %.

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля, мг/кг

Вариант опыта	Кадмий	Цинк	Медь	Марганец	Железо
Контроль (без удобрений)	0,01	2,33	0,85	1,00	4,01
Мезга (60 т/га) + подстильный навоз КРС (45 т/га)	0,02	2,88	0,78	0,96	5,03
Вермикомпост + торф (8 : 2) (12 т/га)	0,01	2,52	0,82	0,80	4,57

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внесение мезги в качестве органического удобрения при возделывании картофеля способствовало увеличению процентного содержания клубней крупной фракции относительно контрольного варианта и формированию урожайности картофеля (237,9–260,7 ц/га) на уровне варианта с традиционными удобрениями (256,3 ц/га).

При использовании мезги в качестве удобрения содержание нитратов в клубнях составляло 162–233 мг/кг, что ниже предельного допустимого уровня для продовольственного картофеля.

Содержание крахмала в клубнях находилось в пределах 16,3–17,9 %, калия (в контроле) – 1,96 % на сухую массу, в вариантах с использованием мезги – 2,35–2,51 %.

## Список литературы

1. Державин, Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л. М. Державин. – М. : Колос, 1992. – 272 с.

2. Абакумов, В. Н. Формирование урожая и качества клубней картофеля сортов разных групп спелости в зависимости от применения подкормок в условиях ЦРНЗ РФ : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / В. Н. Абакумов. – М., 2018. – 139 л.
3. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.] ; под ред. И. Р. Вильфлуша. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отрасл. регламентов. – Минск : Ин-т аграр. экон. НАН Беларуси, 2005. – 460 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
6. Система применения удобрений / В. В. Лапа [и др.] ; под ред. В. В. Лапы. – Гродно : ГГАУ, 2011. – 418 с.
7. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» и признании утратившими силу некоторых постановлений М-ва здравоохранения Респ. Беларусь [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 21 июня 2013 г., № 52 : в ред. постановлений Минздрава от 22.04.2014 г. № 29, от 22.11.2016 г. № 120. – Режим доступа: <https://mart.gov.by/files/live/sites/mart/files/documents/НПА/Постановление%20МЗ%20от%2021.06.2013%20№%2052.pdf/>. – Дата доступа: 11.07.2021.
8. О безопасности пищевой продукции : ТР ТС 021/2011 [Электронный ресурс] : утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 880. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>. – Дата доступа: 04.07.2021.

Поступила в редакцию 22.09.2021 г.

N. F. TERLETSKAYA, A. S. ANTONYUK

## USE OF ORGANIC FERTILIZERS BASED ON STARCH PRODUCTION WASTE IN POTATO CULTIVATION

### SUMMARY

*The effect of organic fertilizers based on starch production waste on potato productivity has been studied. It has been found that mezga-based fertilizers have a similar effect to traditional fertilizers on the formation of potato yield. When using mezga as fertilizer, the content of nitrates in tubers did not exceed the maximum permissible standards for ware potato, the starch content was at 16.3–17.9 %.*

**Key words:** potatoes, mezga, organic fertilizers, vermicompost, yield, nitrates, heavy metals, starch.