

- В. Н. Босак, О. Ф. Смеянович // Ахова раслін. – 2002. – № 5. – С. 9–11.
4. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.
 5. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва НПО по овощевод-
 - ству «Россия»; под ред. В. Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
 6. Степура, М. Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М. Ф. Степура, А. А. Аутко, Н. Ф. Рассоха. – Минск: А. Н. Вараксин, 2011. – 295 с.
 7. Удобрение овощных культур: справ. руководство / Г. Г. Венди-ло [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 205 с.

УДК 635.35:631.82:631.86

Влияние минеральных и органических удобрений на урожайность и качество капусты цветной

И. П. Козловская¹, доктор с.-х. наук,
Е. В. Сачивко², соискатель

¹Белорусский государственный аграрный технический университет

²Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 31.01.2025)

В исследованиях на дерново-подзолистой легко-суглинистой почве применение полного минерального удобрения увеличило урожайность капусты цветной на 6,6–11,3 т/га, различных видов органических удобрений (подстильный навоз, вермикомпост, кроличий помет) – на 3,3–3,6 т/га при урожайности головок в удобренных вариантах 24,6–29,3 т/га, чистом доходе от комплексного применения удобрений 1927–3295 руб./га с рентабельностью 64–183 %. Содержание сырого протеина в головках капусты цветной в удобренных вариантах составило 19,2–20,5 %, сырого жира – 1,1–1,2 %, сырой золы – 8,0–8,6 %, сырой клетчатки – 16,3–17,6 %, каротина – 1,4–1,6 мг/кг, витамина С – 64,4–68,1 мг/100 г при содержании нитратов в пределах ПДК (900 мг/кг).

In the studies, conducted on sod-podzolic light loamy soil, the use of the complete mineral fertilizer increased the yield of cauliflower by 6.6–11.3 t/ha and the use of various types of organic fertilizers (bedding manure, vermicompost, rabbit manure) – by 3.3–3.6 t/ha, with total heads yield of 24.6–29.3 t/ha in fertilized variants and net income from the combined use of fertilizers of 1927–3295 rubles/ha with a profitability of 64–183 %. The content of crude protein in cauliflower heads in fertilized options was 19.2–20.5 %, crude fat – 1.1–1.2 %, crude ash – 8.0–8.6 %, crude fiber – 16.3–17.6 %, carotene – 1.4–1.6 mg/kg, vitamin C – 64.4–68.1 mg/100 g with nitrate content within maximum permissible concentration (900 mg/kg).

Введение

Среди овощных культур значимая роль принадлежит капустным овощным культурам, в том числе и капусте цветной (*Brassica oleracea* L. var. *botrutis* L.) [4, 6, 8, 10, 19, 23].

Цветная капуста (*Brassica oleracea* L. var. *botrutis* L.) – одногодичное травянистое растение. Корневая система ее при безрассадной культуре стержневая, а при рассадной в связи с обрывом при пересаживании центрального корешка – мочковатая. Стебель у цветной капусты травянистый, с возрастом грубеет. На стебле размещаются скученные листки, образуя розетку. Головка формируется из многочисленных укороченных утолщенных цветоносов, которые прилегают друг к другу. Их размеры увеличиваются в основном за счет разветвления и роста побегов разных порядков в длину и ширину. Семена мелкие, шарообразные, коричневые. Масса 1000 семян – 2,5–3,1 г. Всхожесть семян сохраняется на протяжении 3–4 лет.

Цветная капуста принадлежит к группе холодоустойчивых овощных растений. Семена ее начинают прорастать при температуре грунта 5–6 °С. При 11 °С всходы появляются на 12, а при 20 °С – на 3–4-й день

после сева. Оптимальная температура для роста и развития цветной капусты составляет 15–18 °С. При более высокой температуре (свыше 25 °С) рост замедляется, и растение формирует маленькие головки, которые раньше времени разрыхляются.

Хорошо закаленная рассада цветной капусты выдерживает кратковременное снижение температуры до –5–7 °С, а незакаленная повреждается при –1 °С. Ранние сорта ее в период формирования соцветий повреждаются заморозками 2–3 °С, тогда как поздние выдерживают снижение температуры до –5 °С.

Цветная капуста – светолюбивая культура и принадлежит к растениям длинного дня. Головки цветной капусты лучше всего образуются и отбеливаются в облачные дни.

При доращивании цветной капусты головки могут формироваться в условиях полной темноты при температуре от +1 до +3 °С.

Для нормального роста и развития капусты цветной на протяжении всего вегетационного периода большое значение имеет обеспеченность растений влагой. Растения хорошо растут и развиваются, если относительная влажность воздуха составляет от 80 до 90 %, а грунтовая влажность в пределах 75–80 %

НВ. Недостаток влаги в грунте замедляет рост растений и приводит к преждевременному образованию соцветий (головок). Чрезмерная же влажность предопределяет повреждение растений сосудистым бактериозом [6, 10].

Цветная капуста является диетическим продуктом с высокими вкусовыми качествами. Продуктовая часть – мясистые цветonoсные побеги («головки»). «Головка» состоит из многочисленных укороченных цветonoсных стеблей и окружена листьями. В этот же год растение, если не убрать «головку», образует цветonoсные побеги, цветки и семена. Окраска головок от фиолетовой до снежно-белой.

Получение высоких и устойчивых урожаев капусты цветной с хорошим качеством товарной продукции невозможно без применения научно-обоснованной системы удобрения [1–3, 13, 16, 18, 22].

Цель исследований – изучить агроэкономическую эффективность применения минеральных и органических удобрений при возделывании капусты цветной в почвенно-климатических условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

Основная часть

Исследования по изучению урожайности и качества капусты цветной сорта Спейс стар проводили в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2022–2024 гг. Полевые исследования выполняли на опытном поле в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, пахотный горизонт которой характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 6,1–6,2, P_{2O_5} (0,2 М HCl) – 173–182 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 205–212 мг/кг, гумус

(0,4 п $K_2Cr_2O_7$) – 2,5–2,7 % (индекс агрохимической окультуренности 0,85) [17].

Схема опыта предусматривала вариант без применения удобрений, варианты с внесением под предпосевную культивацию $N_{60-120}P_{50}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), а также различных видов органических удобрений (подстилочный навоз КРС – 40 т/га, вермикомпост – 5 т/га, кроличий помет – 10 т/га).

Полевые исследования, определение качественных показателей товарной продукции (головки) и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [7, 12, 14, 21].

Как показали результаты исследований, применение минеральных и органических удобрений оказало существенное влияние на урожайность и качество капусты цветной (таблица 1–2).

Применение полного минерального удобрения $N_{60-120}P_{50}K_{90}$ увеличило урожайность капусты цветной на 6,6–11,3 т/га при общей урожайности головок 24,6–29,3 т/га. Лучшие показатели агрономической эффективности получены при предпосевном внесении N_{90} на фоне $P_{50}K_{90}$. При увеличении дозы минерального азота до 120 кг/га д.в. следует отметить лишь тенденцию к увеличению урожайности капусты цветной в пределах НСР.

Применение органических удобрений увеличило урожайность капусты цветной на 3,3–3,6 т/га при практически равнозначной агрономической эффективности их различных видов. Комплексное применение минеральных и органических удобрений при возделывании капусты цветной обеспечило также получение 1927,0–3295,0 руб./га чистого дохода с рентабельностью 64–183 %.

Таблица 1 – Урожайность капусты цветной в зависимости от применения минеральных и органических удобрений

Вариант	Урожайность (головки), т/га				Прибавка, т/га	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	среднее	контроль	фон
Без удобрений – контроль	16,9	20,8	16,3	18,0	–	–
$N_{60}P_{50}K_{90}$ – фон	23,6	27,8	22,4	24,6	6,6	–
$N_{60}P_{50}K_{90}$ + навоз (40 т/га)	27,6	30,9	25,2	27,9	9,9	3,3
$N_{60}P_{50}K_{90}$ + вермикомпост (5 т/га)	28,2	30,5	25,5	28,1	10,1	3,5
$N_{60}P_{50}K_{90}$ + кроличий помет (10 т/га)	27,9	31,7	25,1	28,2	10,2	3,6
$N_{90}P_{50}K_{90}$	28,1	32,2	25,4	28,6	10,6	4,0
$N_{120}P_{50}K_{90}$	29,2	32,7	26,1	29,3	11,3	4,7
НСР ₀₅	1,4	1,5	1,3	1,4		

Таблица 2 – Качество капусты цветной в зависимости от применения минеральных и органических удобрений

Вариант	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая зола	Сырая клетчатка	Витамин С, мг/100 г	Каротин	Нитраты
	% в сухом веществе					мг/кг	
						при натуральной влажности	
Контроль	17,9	1,1	8,3	15,3	63,7	1,2	313
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀	19,2	1,1	8,6	16,8	64,4	1,5	410
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + навоз	19,8	1,2	8,2	17,6	66,8	1,4	370
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + вермикомпост	19,9	1,2	8,4	17,3	69,1	1,4	374
N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + кроличий помет	20,1	1,2	8,0	17,0	68,4	1,5	411
N ₉₀ P ₅₀ K ₉₀	20,2	1,1	8,1	16,3	67,7	1,6	440
N ₁₂₀ P ₅₀ K ₉₀	20,5	1,1	8,2	16,6	67,5	1,6	455
НСР ₀₅	0,9	0,06	0,4	0,8	3,2	0,1	19,6

Высокая эффективность применения минеральных и органических удобрений во многом была обусловлена лучшими показателями структуры урожая – средний диаметр головок увеличился с 15,2 до 16,4–18,1 см, масса 1 головки – с 450,3 до 615,6–733,4 г.

Кроме показателей урожайности, большое значение при возделывании капусты цветной имеют ее качественные показатели [5, 9, 11, 15, 20].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве содержание сырого протеина в товарной продукции капусты цветной было достаточно переменным и в удобренных вариантах составило 19,2–20,5 %, сырого жира – 1,1–1,2 %, сырой золы – 8,0–8,6 %, сырой клетчатки – 16,3–17,6 %, каротина – 1,4–1,6 мг/кг, витамина С – 64,4–68,1 мг/100 г при содержании нитратов в пределах ПДК (900 мг/кг).

Содержание общего азота в головках капусты цветной в удобренных вариантах оказалось 3,08–3,28 %, фосфора – 0,99–1,04, калия – 1,81–1,95, кальция – 0,32–0,35, магния – 0,56–0,61 % в сухом веществе, меди – 2,9–3,2 мг/кг, цинка – 25,0–27,4, железа – 51,5–55,8 мг/кг сухого вещества.

Средний удельный (нормативный) вынос элементов питания в удобренных вариантах оказался 3,0 кг (N), 1,0 (P₂O₅), 1,9 (K₂O), 0,3 (CaO), 0,6 (MgO) кг с 1 т головок.

Побочная продукция капусты цветной после уборки головок практически всегда остается в поле и используется в качестве дополнительного источника питательных веществ. Среднее количество сухого вещества с побочной продукцией капусты цветной, которое может быть использовано последующими культурами севооборота, в наших исследованиях составило 30 ц/га, азота – 70 кг/га, фосфора – 20, калия – 40, кальция – 80, магния – 10 кг/га.

Заключение

При возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение минеральных удобрений увеличило урожайность капусты цветной на 6,6–11,3 т/га с лучшими показателями агрономической эффективности при применении N₉₀P₅₀K₉₀, различных видов органических удобрений (подстильный навоз, вермикомпост, кроличий помет) – на 3,3–3,6 т/га при общей урожайности головок 24,6–29,3 т/га, диаметре головки 16,4–18,1 см и массе 1 головки 615,6–733,4 г.

Комплексное применение минеральных и органических удобрений при возделывании капусты цветной обеспечило получение 1927,0–3295,0 руб./га чистого дохода с рентабельностью 64–183 %.

Содержание сырого протеина в товарной продукции капусты цветной в удобренных вариантах составило 19,2–20,5 %, сырого жира – 1,1–1,2 %, сырой золы – 8,0–8,6 %, сырой клетчатки – 16,3–17,6 %, каротина – 1,4–1,6 мг/кг, витамина С – 64,4–68,1 мг/100 г при содержании нитратов в пределах ПДК (900 мг/кг).

Литература

- Андреев, Ю. М. Выращивание цветной капусты с применением регуляторов роста / Ю. М. Андреев, С. В. Голик // Вестник овощевода. – 2011. – № 4. – С. 13–20.
- Борисов, В. А. Удобрения и регуляторы роста на цветной капусте / В. А. Борисов, И. А. Лысенко // Картофель и овощи. – 2015. – № 3. – С. 20–21.
- Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
- Ваш богатый огород / А. П. Шкляров [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.
- Гаджимустапаева, Е. Г. Биохимический состав капусты цветной в орошаемом земледелии / Е. Г. Гаджимустапаева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 3. – С. 62–65.
- Гаджимустапаева, Е. Г. Цветная капуста / Е. Г. Гаджимустапаева, Н. Н. Чернышева. – Барнаул: АГУ, 2013. – 112 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
- Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – М.: Инфра-М, 2016. – 336 с.
- Комплексная биохимическая характеристика брокколи и цветной капусты / Д. А. Фатеев, А. Е. Соловьева, Т. В. Шеленга, А. М. Артемьева // Овощи России. – 2020. – № 6. – С. 104–111.
- Кротова, О. А. Цветная капуста / О. А. Кротова, Р. А. Андреева. – М.: Колос, 1980. – 126 с.
- Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
- Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М.: ВНИИО, 2011. – 650 с.
- Лихацкий, В. Биологические особенности и технология выращивания цветной капусты / В. Лихацкий, В. Чередниченко // Главный агроном. – 2011. – № 7. – С. 35–38.
- Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич, Г. М. Сафроновская, Н. Д. Терещенко [и др.]. – Минск: ИПА, 2010. – 24 с.
- Наумова, Н. Л. Оценка качества и безопасности капустных овощей на примере цветной капусты и брокколи / Н. Л. Наумова, О. М. Бурмистрова, Е. А. Бурмистров // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 4. – С. 852–856.
- Отзывчивость сортообразцов цветной капусты на применение биокомпоста и минеральных удобрений / В. А. Борисов, И. И. Вирченко, Е. В. Янченко, О. Н. Успенская // Картофель и овощи. – 2022. – № 1. – С. 19–22.
- Почвенная характеристика опытного участка «Полигон» / В. Н. Босак, Е. Ф. Валейша, Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции; Горки, 30–31 января 2024 г. / БГСХА, ред.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 28–30.
- Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина, Н. П. Купреенко, В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
- Сачивко, Е. В. Значение и сортовое разнообразие различных видов капусты огородной / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык // Научный поиск молодежи XXI века: сб. ст. по материалам XXI Межд. науч. конф. студентов и магистрантов: Горки, 24 ноября 2022 г. / БГСХА, ред. А. В. Колмыков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 54–56.
- Сачивко, Е. В. Особенности химического состава различных видов капусты / Е. В. Сачивко, А. И. Мыхлык, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XXII Межд. науч.-практ. конф.; Горки, 28–29 июня 2023 г. / БГСХА, ред.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 225–226.
- Технология возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко, В. К. Пестис, В. В. Гракун [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2022. – 614 с.
- Cooling, T. Influence of Nitrogen Rate, Fertilizer Type and Application Method on Cabbage Yield and Nutrient Concentrations / T. Cooling, R. Cassity-Duffey, A. L. da Silva // Hort Technology. – 2022. – Vol. 32, No. 2. – P. 134–139.
- Devi, P. Effect of different spacing and transplanting dates on the growth and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) / P. Devi, A. Sharma, A. Saini // International Journal of Advanced Research. – 2022. – Vol. 10 (09). – P. 280–288.