

Обработка растений в фазе «елочка» обеспечила достоверное увеличение урожая семян на 0,8, длинного волокна – на 0,5 ц/га, прибыль с гектара посева – 143,6 тыс. руб. Двукратное применение препарата в фазах «елочка» и бутонизация повышало урожай семян на 1,0 ц/га, тресты – на 2,4, волокна – на 1,3 ц/га, в том числе длинного волокна – на 1,1 ц/га при рентабельности выращивания 23 %.

Литература

1. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / В.П. Понажев [и др.]; под общ. ред. А.А. Нетесова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 148 с.

2. Орлов, Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ / Д.С. Орлов // Гуминовые вещества в биосфере: сб. ст. / под ред. Д.С. Орлова. – М., 1999. – С. 16–27.
 3. Захарова, Л.М. Препарат комплексного действия МиГиМ на посевах льна-долгунца и льна масличного / Л.М. Захарова. – Торжок: ГНУ ВНИИЛ, 1915. – 40 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, 1985. – 416 с.
 5. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.
 6. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.

УДК 635.36: 631.559: 631.8

Влияние удобрений на морфометрические показатели, урожайность и качество продукции капусты брюссельской

Ю.М. Забара, доктор с.-х. наук
 Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 22.03.2016 г.)

В статье изложены результаты исследований по изучению отзывчивости капусты брюссельской на применение минеральных удобрений в сочетании с органическими, определено их влияние на морфометрические показатели растений, урожайность и содержание химических веществ.

The article presents the results of studying the response of Brussels sprouts to mineral and organic fertilizers use, fertilizer impact on plant morphometric parameters, yield and chemical elements content.

Введение

Овощи – ценный и незаменимый продукт питания, напрямую связанный со здоровьем, работоспособностью и продолжительностью жизни населения. Общая мировая тенденция развития овощеводства – быстрое нарастание объемов производства овощей. Согласно статистическим данным, из 1200 известных в мире овощных растений выращиваются всего 600 видов, из них только около 30 наименований – в промышленном овощеводстве. При этом в Беларуси около 90 % занимают всего 7 видов овощей – капуста белокочанная, свекла столовая, морковь столовая, томат, огурец, лук репчатый и горох овощной [8]. В то же время, расширение ассортимента овощных растений позволяет разнообразить рацион питания людей, расширить сроки поступления свежей овощной продукции, снизить импорт овощей и сохранить значительные валютные средства в республике. В связи с этим большой интерес представляет капуста брюссельская, продуктовая часть которой (кочанчики) содержит до 6,5 % белка, что в 4 раза больше, чем у капусты белокочанной, и в 2–3 раза больше, чем у капусты цветной. Белок этой капусты отличается настолько богатым аминокислотным составом, что некоторые специалисты приравнивают его по этому показателю к мясу и молоку. Кочанчики в большом количестве содержат аскорбиновую кислоту (до 170 мг/100 г), витамины группы В, никотиновую кислоту, минеральные соли, а также йод. Сочетание незаменимых аминокислот и солей калия позволяет использовать капусту брюссельскую в диетическом питании и для лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Калорийность капусты брюссельской в 1,5 раза выше по сравнению с белокочанной.

Одним из наиболее действенных и эффективных средств повышения урожайности овощных культур и улучшения качества продукции являются удобрения. Под их влиянием в листьях увеличивается содержание хлорофилла, улучшается фотосинтез, усиливается ассимилирующая деятельность всего растения [5, 10].

Целью наших исследований было определение оптимальных доз внесения минеральных удобрений в сочетании с органическими и их влияния на морфометрические показатели растений, урожайность и качество продукции капусты брюссельской.

Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты проводили в 2014–2015 гг. в стационарном овощном севообороте Института овощеводства в Минском районе. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт почвы имел кислотность pH_{KCl} – 6,1–6,3, повышенное содержание подвижных форм фосфора (205–270 мг/кг) и калия (275–310 мг/кг) и среднее гумуса (2,5–2,7 %). Индекс агрохимической окультуренности почвы – 0,94. Предшественник – клевер первого года пользования.

Объектом исследований был впервые созданный в Институте овощеводства сорт капусты брюссельской Лель. Удобрения в виде карбамида (46 % N), аммонизированного суперфосфата (8 % N, 33 % P_2O_5) и хлористого калия (60 % K_2O) вносили весной по схеме опыта, включающей 5 уровней азота (N 0–150 кг/га д. в.), по 3 – фосфора (P 30–90 кг/га д. в.) и калия (K 120–180 кг/га д. в.) – таблица 1. Дозы удобрений изучали на фоне внесения 40 т/га навоза, содержащего 0,55–0,60 % азота, 0,25–0,27 % фосфора и 0,60–0,65 % калия. Рассадку капусты выращивали в кассетах с объемом ячейки 65 см³ и высаживали в поле по схеме 70 × 70 см и густотой стояния растений

20,4 тыс. шт./га. Площадь посевной делянки – 11,2 м², учетной – 8,4 м². Закладку полевых опытов в четырехкратной повторности и проведение наблюдений осуществляли согласно общепринятым методикам [9]. Основные результаты исследований обработаны по Б.А. Доспехову [4] с использованием компьютерной программы Statistica 7.0.

Погодные условия сезона 2014 г., в основном, были благоприятными для роста и развития капусты. За период апрель–сентябрь температура воздуха была выше нормы на 2,0 °С, а сумма осадков (424 мм) была на уровне средних многолетних значений. В 2015 г. температура воздуха была выше средних многолетних на 0,4–2,0 °С, снижаясь в мае и июне на 1,9 и 2,0 °С. Количество выпавших осадков за апрель–сентябрь составило 320 мм, что ниже нормы на 105 мм. В июне–августе наблюдали острый дефицит влаги в почве, что привело к замедлению роста и развития растений, опадению части листьев, снижению эффективности использования удобрений и накопления урожая.

Результаты исследований и их обсуждение

Капуста брюссельская является культурой, весьма отзывчивой на внесение минеральных удобрений. Согласно данным, полученным в ГДР, для образования 60 ц урожая ей требуется 210 кг азота, 60 кг P₂O₅ и 225 кг K₂O [3]. Высокая требовательность культуры к азоту и кальцию объясняется наличием у нее большого количества листьев и высокой биомассой растений. Результаты наших исследований показали, что по сравнению с контрольным вариантом применение минеральных удобрений в сочетании с органическими способствовало увеличению высоты растений на 2,6–12,0 %, площади листьев – на 3,0–48,4 %, количество кочанчиков возрастало на 8,6–22,0 шт./растение или 15,2–38,8 % и их диаметр – на 0,5–1,4 см (таблица 1).

Общая воздушно-сырая биомасса растений, включающая продуктивную часть, в изучаемых вариантах опыта составила 54,7–74,1 т/га, в том числе листостебельная – 32,0–47,7 т/га. Наибольшее накопление биомассы наблюдали в вариантах с внесением минеральных удобрений в дозах N₁₂₀₋₁₅₀P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в. на фоне внесения 40 т/га навоза.

По данным В.М. Маркова [7], урожай кочанчиков составляет 5–10 %, Р.Л. Перловой [2] – 15–20 % всей зеле-

ной массы растения капусты брюссельской. Биомасса листьев у этого вида капусты в 3–4 раза больше, чем кочанчиков, в то время как у кочанных форм капусты масса листьев в общем урожае составляет обычно 30–50 % [3]. Проведенный нами в динамике анализ структуры общей биомассы растений в период активного роста и развития капусты по всем вариантам опыта показал, что на 19.08.2014 г. она составляла: кочанчики, листья, стебли и корни 0,33; 1,82; 0,85 и 0,09 кг/растение или 10,7; 58,9; 27,5 и 2,9 %, соответственно. В последующем происходило изменение массы различных органов растения, в основном за счет передвижения питательных веществ из одних органов в другие, и перед уборкой урожая 1.10.2014 г. доля продуктовой части (кочанчики) увеличилась до 26,2 %, стеблей – 29,5 % и корней – до 8,2 %, а масса листьев снизилась до 36,1 %. Увеличение массы кочанчиков в 2,4 раза свидетельствует о том, что основной прирост урожая происходит в сентябре–октябре.

Крупные широкие листья капусты брюссельской обладают высоким содержанием витаминов и являются хорошим кормом для скота [2]. Для этой цели пригодны и высокие стебли. Листья и стебли ее могут быть использованы как сочный корм не только в свежем зеленом, но и засилосованном виде.

Азотные удобрения очень важны для получения высокого урожая, а также для ускорения образования кочанчиков и повышения содержания в них сырого белка. При недостатке кальция наблюдается заболевание кочанчиков (внутреннее побурение). Внесение органических удобрений на менее плодородных почвах способствует предупреждению образования открытых розеточек вместо кочанчиков.

Установлено, что различные дозы и соотношения минеральных удобрений оказывали существенное влияние на урожайность капусты брюссельской (таблица 2).

В среднем за два года исследований установлено, что двойное сочетание минеральных удобрений (P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в.) на фоне внесения 40 т/га навоза, в отличие от тройного, обеспечило меньшую урожайность, которая составила 15,5 т/га. Прибавка урожая по сравнению с контролем (без удобрений) составила 2,4 т/га или 18,3 %. Внесение только органических удобрений обеспечило прибавку урожая 1,4 т/га или 10,7 %.

Таблица 1 – Морфометрические показатели растений капусты брюссельской в зависимости от доз внесения удобрений (среднее, 2014–2015 гг.)

Вариант	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Площадь листьев, см ²	Продуктовая часть урожая (кочанчики)		Воздушно-сырая биомасса растений, т/га	
				количество, шт.	диаметр, см	общая	листочтебельная
Без удобрений (контроль)	70,0	67	10294	56,7	1,8	54,7	32,0
40 т/га навоза – фон	75,1	63	12342	67,0	3,2	56,3	35,7
Фон + P ₆₀ K ₁₂₀	76,0	57	10438	65,7	2,8	57,3	38,6
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	76,9	61	10598	67,3	2,3	59,3	39,2
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	80,0	66	14144	78,7	2,3	62,2	40,6
Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	83,1	69	13138	65,3	3,0	70,4	44,9
Фон + N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀	84,0	65	13064	74,7	3,2	74,1	47,7
Фон + N ₆₀ P ₃₀ K ₁₂₀	73,3	75	15274	69,3	2,3	60,9	42,9
Фон + N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	81,6	67	15070	71,3	2,5	62,0	40,8
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₁₅₀	73,6	64	13563	66,7	2,3	66,1	42,8
Фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₁₈₀	71,8	70	10687	67,0	3,0	66,8	47,9

Более существенные прибавки урожая капусты получены при внесении азотных удобрений. Применение на фоне 40 т/га навоза последовательно возрастающих доз азота от 60 до 120 кг/га д. в. в сочетании с $P_{60}K_{120}$ кг/га д. в. обеспечило повышение урожайности капусты на 3,5–5,7 т/га или 26,7–43,5 % по сравнению с контролем. Дальнейшее повышение дозы азота до 150 кг/га д. в. не приводило к заметному росту урожайности.

Получение высоких урожаев капусты брюссельской на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, высоко-

кообеспеченной подвижными формами фосфора и калия, достигалось внесением фосфорных удобрений в дозе 60 кг/га д. в. совместно с $N_{120}K_{120}$ кг/га д. в. на фоне 40 т/га навоза. Увеличение дозы внесения калия от 120 до 180 кг/га д. в. приводило к повышению урожайности капусты на 4,5–5,4 т/га или 34,4–41,2 %.

Таким образом, оптимальным по урожайности следует выделить вариант с внесением 40 т/га навоза в сочетании с $N_{120}P_{60}K_{120}$ кг/га д. в. Это обусловило урожайность 18,8 т/га, что больше по сравнению с контролем на 5,7 т/га

Таблица 2 – Влияние видов и доз удобрений на урожайность капусты брюссельской

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка к варианту без удобрений	
	2014 г.	2015 г.	среднее	т/га	%
Без удобрений (контроль)	15,7	10,5	13,1	–	–
40 т/га навоза – фон	16,8	12,2	14,5	1,4	10,7
Фон + $P_{60}K_{120}$	17,9	13,1	15,5	2,4	18,3
Фон + $N_{60}P_{60}K_{120}$	19,0	14,2	16,6	3,5	26,7
Фон + $N_{90}P_{60}K_{120}$	20,1	15,7	17,9	4,8	36,6
Фон + $N_{120}P_{60}K_{120}$	21,6	16,0	18,8	5,7	43,5
Фон + $N_{150}P_{60}K_{120}$	22,1	15,8	19,0	5,9	45,0
Фон + $N_{60}P_{30}K_{120}$	18,9	15,1	17,0	3,9	29,8
Фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$	19,4	15,8	17,6	4,5	34,4
Фон + $N_{60}P_{60}K_{150}$	19,3	16,7	18,0	4,9	37,4
Фон + $N_{60}P_{60}K_{180}$	18,6	18,4	18,5	5,4	41,2
НСР ₀₅	0,7	1,2			

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на биохимический состав кочанчиков капусты брюссельской (2014–2015 гг.)

Вариант	Сухое вещество, %	Сахара, %		Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
		моно	сумма		
Без удобрений (контроль)	16,5*	2,70	6,06	113	1298
	16,4**	3,16	5,40	116	1840
40 т/га навоза – фон	17,6	2,83	6,82	117	2010
	18,1	4,33	6,70	122	2730
Фон + $P_{60}K_{120}$	17,6	3,29	8,12	134	461
	15,8	3,35	6,58	97	1910
Фон + $N_{60}P_{60}K_{120}$	17,5	2,51	6,00	105	1417
	16,9	3,22	6,58	116	1450
Фон + $N_{90}P_{60}K_{120}$	17,6	2,32	6,06	117	1634
	16,4	3,81	5,78	133	1630
Фон + $N_{120}P_{60}K_{120}$	18,1	2,51	7,55	140	1391
	15,5	3,41	6,20	112	1260
Фон + $N_{150}P_{60}K_{120}$	17,1	2,58	6,44	100	3920
	17,2	2,77	5,16	95	2100
Фон + $N_{60}P_{30}K_{120}$	17,6	2,45	6,70	109	2775
	17,1	3,16	5,66	109	1270
Фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$	18,3	2,64	7,48	111	2973
	17,2	2,83	5,40	112	1860
Фон + $N_{60}P_{60}K_{150}$	17,4	2,32	6,06	109	2417
	17,3	4,06	6,45	110	2460
Фон + $N_{60}P_{60}K_{180}$	17,5	2,42	6,58	126	2650
	17,2	3,99	6,70	103	1490

Примечание – *В числителе – данные за 2014 г.; **в знаменателе – данные за 2015 г.

Таблица 4 – Содержание химических веществ в различных органах растений капусты брюссельской (2014–2015 гг.)

Часть растения	Сухое вещество, %	Сахара, %		Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
		моно	сумма		
Стебель	21,4* 23,9**	2,19 4,13	8,80 8,66	115 66	1876 688
Кочанчики	17,2 17,1	2,74 3,10	5,28 9,20	94 124	782 23
Черешки	16,7 15,7	2,74 4,26	6,96 8,26	84 52	1130 242
Лист	19,6 17,7	3,41 3,81	5,28 4,90	110 79	326 374
Верхушка	19,0 18,1	4,33 4,26	5,66 6,32	140 125	1326 4500

Примечание – *В числителе – данные за 2014 г.; **в знаменателе – данные за 2015 г.

или 43,5 %. При внесении только 40 т/га навоза урожайность капусты была ниже по сравнению с вариантом фон + N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в. на 4,3 т/га или 29,7 %.

Анализ полученных данных по содержанию в продуктовой части урожая капусты сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и нитратов показал, что их количество в изучаемых вариантах изменялось несущественно и мало зависело от применяемых удобрений (таблица 3).

Выявлено, что содержание сухого вещества в большей степени зависело от условий сезона. Так, в 2014 г. количество сухого вещества в продукции в вариантах с применением удобрений было выше на 0,6–1,8 %, по сравнению с контролем, в 2015 г. – на 0,5–1,7 % (исключение составили варианты фон + P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в. и фон + N₁₂₀P₆₀K₉₀ кг/га д. в.). Количество моносахаров было больше в оздорасушливом 2015 г., а суммы сахаров – в более благоприятном для культуры 2014 г.

Содержание аскорбиновой кислоты меньше зависело от условий года и применяемых удобрений и варьировало в пределах 103–140 мг/100 г. Исключение составил вариант с внесением 40 т/га органических удобрений совместно с минеральными в дозе N₁₅₀P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в., в котором отмечено снижение количества аскорбиновой кислоты до 100–95 мг/100 г.

Самое низкое содержание нитратов (461 мг/кг) отмечено у капусты, выращенной в варианте с внесением 40 т/га навоза + P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в. в 2014 г., самое высокое (3920 мг/кг) – в варианте с максимальной дозой азотных удобрений (N₁₅₀P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в.). В целом, количество нитратов в продукции, выращенной в других вариантах опыта, составило 1260–2973 мг/кг.

Аналогичные данные получены Н.Ю. Жабровской [1] при выращивании овощных культур, где уровень нитратов в растениях лука, по сравнению с вариантом без удобрений, повышался с увеличением дозы азотных удобрений в среднем за три года в 2,5–4,4 раза, в кочанном салате – в 1,4–2,8 раза. Максимальное количество нитратов накапливалось ежегодно в варианте N₁₂₀P₆₀K₉₀ и в среднем составило 684 мг/кг сырой массы лука на зеленый лист и 1519 мг/кг кочанного салата.

Наряду с определением химических веществ в кочанчиках капусты большой интерес представляет изучение их содержания в других органах. В среднем за два года, наибольшее содержание сухого вещества (22,7 %) и суммы сахаров (8,73 %) отмечено в стеблях, моносахаров (4,30 %), аскорбиновой кислоты (133 мг/100 г) и нитратов (2913 мг/кг) – в верхушке растения (таблица 4). Меньшее количество суммы сахаров (5,09 %) и нитратов (350 мг/кг

сырой массы), по отношению к другим органам растения, выявлено в листьях.

Ценность капусты брюссельской как высококачественного диетического продукта питания позволяет рекомендовать ее для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство.

Заключение

1. Установлено, что применение минеральных удобрений в сочетании с органическими приводит к усилению роста и развития капусты брюссельской: высота растений увеличивается на 2,6–12,0 %, площадь листовой поверхности – на 3,0–48,4 %, количество кочанчиков – на 8,6–22,0 шт./растение и их диаметр – на 0,5–1,4 см.

2. Оптимальной дозой минеральных удобрений является внесение N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ кг/га д. в. в сочетании с 40 т/га навоза, что позволяет получить урожайность капусты 18,8 т/га и превышает вариант без удобрений на 5,7 т/га или 43,5 %.

3. Содержание в продуктовой части урожая сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и нитратов в большей степени зависит от складывающихся агрометеорологических условий вегетационного периода и в меньшей – от внесения удобрений.

Литература

- Жабровская, Н.Ю. Влияние удобрений на урожайность и качество лука на зеленый лист и кочанного салата: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Н.Ю. Жабровская; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 1998. – 19 с.
- Перлова, Р.Л. Ценные овощные культуры / Р.Л. Перлова. – М.: Изд-во АН СССР. – 1956. – 64 с.
- Лизгунова, Т.В. Капуста краснокочанная, савойская и брюссельская / Т.В. Лизгунова, Т.И. Джогадзе // Л.: Колос. – 1971. – 88 с.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
- Кононков, П.Ф. Новые овощные растения / П.Ф. Кононков, М.С. Бунин, С.Н. Кононова // 2-е издание, дополненное. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 61 с.
- Технология возделывания и использования зеленных, пряновкусовых и малораспространенных овощных культур (рекомендации) / Госагропром СССР. – М.: ВО Агропромиздат. – 1988. – 80 с.
- Марков, В.М. Овощеводство / В.М.Марков. – М.: Колос, 1966. – 576 с.
- Забара, Ю.М. Биопродукционные показатели сортообразцов капусты кольраби и разработка агроприемов ее возделывания / Ю.М. Забара, А.В. Якимович, Л.Ю. Гребенникова // Овощеводство: сб. науч. тр. / РУП Институт овощеводства. – Минск, 2015. – Вып. 23. – С. 60–70.
- Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
- Забара, Ю.М. Влияние удобрений на урожайность и качество капусты брокколи / Ю.М. Забара, А.В. Якимович, Л.Ю. Гребенникова // Овощи – качество – здоровье: материалы междунар. науч. конф., д. Верея Раменского района Московской области, 17–18 сент. 2014 г. / ВНИИО, 2014. – С. 267–270.