

УДК 635.342:631.582:631.82

М. Ф. СТЕПУРО¹, А. А. АУТКО²

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ
В ОВОЩЕКОРМОВЫХ СЕВООБОРОТАХ НА УРОЖАЙНОСТЬ
И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ (BRASSICA OLERACEA L.)**

¹Институт овощеводства

²Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства

(Поступила в редакцию 28.10.2011)

Известно, что продукция капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L.) имеет универсальное назначение: ее используют в свежем и переработанном виде (салаты, квашение, маринование), поэтому при ее возделывании главное внимание должно быть уделено повышению качества продукции, т. е. высокому содержанию сахаров, витаминов, минеральных солей, биологически активных соединений, и снижению концентрации нитратов и тяжелых металлов. Однако главным критерием интенсивной технологии было и остается получение высокой урожайности [1–3]. Отсюда и чрезмерное увлечение высокими дозами внесения минеральных туков, пестицидов, повышенными нормами внесения птичьего помета и других органических удобрений, что зачастую приводит к резкому ухудшению качества продукции, снижению их питательной и диетической ценности [4].

По мнению Ж. А. Рупасовой, В. А. Борисова, в настоящее время теория питания овощных культур с учетом требований к биологическому качеству продукции, содержанию в ней нитратов и других вредных веществ разработана недостаточно [1, 5]. Поэтому всесторонняя оценка эффективности системы применения удобрений, включающей простые и комплексные минеральные удобрения, навоз и сидераты, в зависимости от индивидуальных особенностей ответной реакции овощных культур на показатели химического состава и качества продукции является весьма актуальной.

Цель исследования – комплексная оценка по биопродуктивным и качественным показателям агроприемов возделывания капусты белокочанной на дерново-подзолистой почве, обеспечивающих повышение урожайности и качества продукции.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в РУП «Институт овощеводства» в 2006–2010 гг. Объектом исследований являлся сорт отечественной селекции капусты Мара, введенный в Государственный реестр Республики Беларусь.

Почва севооборота дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом с 1,5 м песком. Агрохимические показатели почвы: рН_{KCl} 5,8, содержание подвижных форм P₂O₅ – 190 и K₂O – 240 мг/кг, гумуса – 2,75%.

Минеральные удобрения – карбамид (мочевина), суперфосфат аммонизированный, хлористый калий и комплексные минеральные удобрения, разработанные в Институте почвоведения и агрохимии, марки NPK 13:12:19 (ТУ РБ 40006905.022–2003) при всех расчетных дозах вносили согласно схем опытов.

Для определения анализа ответной реакции овощных культур на удобрения была использована методика Ж. А. Рупасовой [6]. Наблюдения и учеты проведены согласно Методике полевого опыта Б. А. Доспехов (1985) и Методике полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве под ред. В. Ф. Белика и Л. Г. Бондаренко (1979).

Агрометеорологические условия 2006–2010 гг. существенно различались. Сумма активных температур воздуха за период (май–сентябрь) в 2006 и 2007 гг. была на уровне 2400 и 2480 °С, в 2008 и 2009 гг. соответствовала 2250 и 2380 °С, а наибольшее значение достигла в 2010 г. – 2770 °С при среднемноголетней температуре 2200 °С. Острый дефицит влаги при повышенном температурном фоне отмечен в 2007 г. Гидротермический коэффициент в 2007 и 2008 гг. составил 1,10 и 1,40, эти годы отмечены как слабозасушливые, а 2006, 2009 и 2010 гг. при показателях 1,87–20,4 – как избыточно увлажненные.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований выявлено, что у капусты белокочанной наиболее существенное увеличение урожайности (на 31–86%) наблюдалось по дозам внесения удобрений по сравнению с контролем, что свидетельствует о высокой отзывчивости данной культуры на повышение уровня минерального питания (табл. 1), при этом внесение навоза по фону сидерата (фон Б) заметно усиливало позитивное действие комплексных минеральных удобрений на продукционные параметры капусты. Установленная у капусты белокочанной наиболее существенная прибавка урожайности на удобренном агрофоне сочеталась и с заметным увеличением выхода товарной продукции (на 12–15%).

Т а б л и ц а 1. Усредненные в многолетнем цикле наблюдений показатели урожайности и качества продукции капусты белокочанной в вариантах опыта с внесением простых и комплексных минеральных удобрений на фоне сидерата и органических удобрений (на сырую массу), 2006–2010 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Стандартность, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сухое вещество, %	Сумма растворимых сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
			% на сухое вещество						
Сидерат, 38 т/га – фон А (контроль, базовый)	51,3	78	3,87	1,21	3,92	8,7	5,5	33,0	126
I. Фон А + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ *	83,8	88	3,97	1,26	4,09	8,5	5,3	34,5	219
II. Фон А + N ₉₄ P ₈₇ K ₁₃₈	74,3	87	3,88	1,28	3,99	8,7	5,7	36,6	209
III. Фон А + N ₁₀₆ P ₉₈ K ₁₅₅	80,3	88	3,91	1,30	4,02	8,8	5,0	33,9	198
IV. Фон А + N ₁₁₈ P ₁₀₉ K ₁₇₂	84,9	89	3,99	1,26	4,11	8,8	5,8	34,6	129
V. Сидерат, 38 т/га + навоз 60 т/га – Фон Б	67,3	79	3,87	1,18	3,95	8,8	5,5	34,2	157
VI. Фон Б + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ *	90,9	89	4,04	1,32	4,06	8,7	5,6	33,7	185
VII. Фон Б + N ₉₄ P ₈₇ K ₁₃₈	86,1	89	3,84	1,30	3,96	8,6	5,3	37,3	191
VIII. Фон Б + N ₁₀₆ P ₉₈ K ₁₅₅	90,4	88	3,88	1,28	3,92	9,4	5,6	37,0	178
IX. Фон Б + N ₁₁₈ P ₁₀₉ K ₁₇₂	95,4	90	3,52	1,21	3,86	9,0	5,5	35,2	122
НСР ₀₅	2,4								

* Простые минеральные удобрения. То же для табл. 2.

Представляется вполне естественным повышение на удобренном агрофоне по сравнению с контролем концентрации основных элементов питания в продукции. Различия с контролем в содержании азота на удобренном агрофоне оказались весьма незначительными и не превышали в основном 2–5% (табл. 2). Заметим, что на фоне Б в варианте опыта с высокой дозой комплексных минеральных удобрений содержание азота в кочанах капусты даже достоверно уступало таковому в контроле на 9%.

Относительные размеры увеличения содержания фосфора в продукции капусты на удобренном агрофоне по сравнению с контролем были весьма схожи и в основном не превышали 4–7%. Однако на фоне Б в варианте опыта с внесением простых минеральных удобрений наблюдалось существенное усиление (на 9%) накопления данного элемента. Наименьшим же увеличением отмечена концентрация калия (не более чем на 3–5%) на удобренном агрофоне по сравнению с контролем.

Таким образом, нами установлено, что внесение минеральных удобрений обусловило заметное увеличение содержания основных элементов питания.

Т а б л и ц а 2. Относительные различия с контролем вариантов опыта с внесением органических, простых и комплексных минеральных удобрений по урожайности и качеству продукции капусты белокочанной в многолетнем цикле наблюдений 2006–2010 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Товарность, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сухое вещество, %	Сумма растворимых сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
			% на сухое вещество						
I. Фон А + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ *	+ 63,4	+ 12,8	+ 2,6	+ 4,1	+ 4,3	-2,3	- 3,6	+ 4,5	+ 73,8
II. Фон А + N ₉₄ P ₈₇ K ₁₃₈	+ 44,8	+ 11,5	-	+ 5,8	-	-	+ 3,6	+ 10,9	+ 65,9
III. Фон А + N ₁₀₆ P ₉₈ K ₁₅₅	+ 56,5	+ 12,8	-	+ 7,4	+ 2,6	-	- 9,1	+ 2,7	+ 57,1
IV. Фон А + N ₁₁₈ P ₁₀₉ K ₁₇₂	+ 65,5	+ 14,1	+ 3,1	+ 4,1	+ 4,8	-	+ 5,4	+ 4,8	+ 2,4
V. Сидерат, 38 т/га+навоз 60 т/га – Фон Б	+ 31,2	-	-	- 2,5	-	-	-	+ 3,6	+ 24,6
VI. Фон Б + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀ *	+ 77,2	+ 14,1	+ 4,4	+ 9,1	+ 3,6	-	-	+ 2,1	+ 46,8
VII. Фон Б + N ₉₄ P ₈₇ K ₁₃₈	+ 67,8	+ 14,1	-	+ 7,4	-	-	- 3,6	+ 13,0	+ 51,6
VIII. Фон Б + N ₁₀₆ P ₉₈ K ₁₅₅	+ 76,2	+ 12,8	-	+ 5,8	-	+ 8,0	-	+ 12,1	+ 41,3
IX. Фон Б + N ₁₁₈ P ₁₀₉ K ₁₇₂	+ 86,0	+ 15,4	- 9,0	-	-	+ 3,4	-	+ 6,7	- 3,2

При этом наиболее значительно активизация их накопления проявилась на фоне внесения простых минеральных удобрений. Установлено также, что совместное использование сидерата и навоза (фон Б) способствовало ослаблению аккумуляции азота в продукции капусты при внесении комплексных минеральных удобрений, но вместе с тем активизировало накопление в ней фосфора при внесении простых удобрений.

Усиление минерального питания оказало неоднозначное влияние и на биохимический состав продукции капусты. Так, в большинстве удобренных вариантов опыта снижение содержания сухих веществ в кочанах капусты не наблюдалось. Более того, в вариантах опыта с внесением средней и высокой доз комплексных минеральных удобрений на фоне Б отмечено увеличение содержания в них сухих веществ на 8 и 3% (см. табл. 2). Весьма неоднозначным оказалось влияние минеральных удобрений на содержание в продукции капусты растворимых сахаров. Так, в продукции капусты, выращенной на фоне А в сочетании с дозой N₁₁₈P₁₀₉K₁₇₂, увеличение растворимых сахаров составило 5,4%.

Вместе с тем усиление минерального питания при внесении комплексных минеральных удобрений на фоне совместного использования сидерата и навоза (фон Б) способствовало активизации накопления в кочанах капусты аскорбиновой кислоты на 2–13%. Нетрудно убедиться, что обогащение минерального фона оказало выраженное позитивное действие на большинство исследуемых характеристик белокочанной капусты. Однако нельзя не обратить внимание на один существенный негативный аспект данного агроприема – значительное усиление относительно контроля накопления нитратов в кочанах капусты на 25–74%. Лишь при внесении на обоих фонах (А и Б) высокой дозы комплексных минеральных удобрений не было выявлено сколь-либо существенных различий с контролем в содержании нитратов в кочанах капусты. Более того, при использовании при этом сидерата в сочетании с навозом (фон Б) данные различия даже обрели отрицательную направленность.

Из этого следует, что ответная реакция исследуемой овощной культуры на усиление минерального питания оказалась не только выраженной в разной степени, но и имела по ряду исследуемых показателей неоднозначный характер, что свидетельствует о степени ее зависимости от эдафического фактора. С целью установления степени данной зависимости было проведено сравнительное исследование уровней изменчивости в рамках полевых экспериментов усредненных в многолетнем цикле наблюдений показателей урожайности и качества продукции данной овощной культуры. При этом мы ориентировались на значения коэффициентов вариации (V) рассматриваемых признаков, указывающих на уровень зависимости от состояния минерального фона, т. е. чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость, и наоборот. Сравнительный анализ данных материалов позволил установить, какие исследуемые показатели более, а какие менее устойчивы к воздействию фактора минерального питания, равно как и определить интегральную степень устойчивости к нему в этом плане изучаемой культуры.

По мнению С. Н. Сеннова и В. Ф. Ковязина, изменчивость ряда для биологических объектов считается малой, если находится в пределах 11–30%, и большой, если превышает 31% [7]. При анализе данных мы должны принять во внимание активную реакцию растений капусты на воздействие эдафического фактора, позволяющую в определенной мере противостоять ему и регулировать исследуемые признаки в пределах генетически детерминированных диапазонов варьирования. Это дало основание сузить обозначенные выше границы малой изменчивости ряда для рассматриваемых показателей до 11%, соответственно, ее средний диапазон характеризовался уровнем варибельности в пределах 11–20%, а максимальный – свыше 20%. Принятая градация уровней изменчивости анализируемых признаков совпадает с рекомендуемой Г. Н. Зайцевым для биологических объектов [2].

Анализ данных, приведенных в табл. 3, выявил весьма широкие диапазоны изменений в рамках полевого эксперимента коэффициентов вариации показателей урожайности и качественных характеристик продукции капусты в многолетнем цикле наблюдений. Это свидетельствовало о разном уровне их зависимости от состояния минерального фона и позволяло обозначить признаки, обладающие наибольшей и, соответственно, наименьшей степенью данной зависимости. Большинство исследуемых показателей у капусты обладало малым уровнем изменчивости, и лишь для урожайности и содержания нитратов были установлены ее средний и высокий уровни. При этом наиболее высокими значениями коэффициента вариации, свидетельствующими о наибольшей зависимости от состояния минерального фона, у капусты были отмечены показатели урожайности и товарных качеств продукции, а также содержание в ней витамина С, растворимых сахаров и нитратов. Соответственно, самым низким значением коэффициента вариации, свидетельствующим о наименее выраженной зависимости от уровня агрохимического обеспечения, у капусты характеризовались параметры накопления в кочанах калия.

Таблица 3. Значения коэффициентов варьирования в рамках полевого эксперимента показателей урожайности и качественных характеристик продукции капусты белокочанной

Показатель	Капуста белокочанная	Позиция показателя в ряду увеличения уровня зависимости от уровня минерального питания
Урожайность	16,3	7
Товарность	5,0	2
Содержание:		
азота	3,6	5
фосфора	3,6	6
калия	2,0	4
сухих веществ	2,8	1
растворимых сахаров	4,2	3
витамина С	4,2	Не определено
β-каротина	Не определено	Не определено
нитратов	20,9	8
V, % среднее	7,0	

Наименее выразительные межвариантные различия в целом установлены для товарных качеств продукции капусты, а также содержания в ней сухих веществ и калия.

Интегральное же представление о степени общей зависимости данной культуры от состояния минерального фона можно составить по усредненным (средневзвешенным) для совокупности анализируемых признаков значениям коэффициентов вариации. Установлено, что наибольшая степень данной зависимости у капуста белокочанной находилась на уровне $V = 7,0\%$.

Выводы

1. Исследование ответной реакции капусты белокочанной на внесение простых и доз комплексных минеральных удобрений на фоне сидерата и его сочетания с навозом (фоны А и Б)

показало, что усиление минерального питания оказало в целом позитивное влияние на урожайность и качественные характеристики ее продукции при различной степени его проявления, обусловленной генотипическими особенностями культуры. Наибольшая прибавка урожайности отмечена на удобренном агрофоне по сравнению с контролем (на 31–86%), при этом внесение навоза на фоне сидерата (фон Б) заметно усиливало позитивное действие комплексных минеральных удобрений на продуктивность и товарность продукции на 12–15%.

2. Внесение минеральных удобрений приводило к увеличению на 3–9% содержания основных элементов питания в кочанах капусты, при этом наиболее выразительно активизация их накопления проявилась на фоне внесения простых минеральных удобрений. Внесение комплексных удобрений на фоне сидерата и навоза (фон Б) способствовало ослаблению аккумуляции азота и снижению содержания нитратов на 6–27% в продукции, но вместе с тем активизировало накопление в ней фосфора при внесении простых минеральных удобрений. Усиление минерального питания способствовало увеличению накопления в кочанах капусты витамина С на 2–13%.

3. Наименьшей зависимостью от состояния минерального фона в целом характеризовались товарные качества продукции капусты, а также содержание в кочанах сухих веществ и растворимых сахаров, тогда как наибольшей – показатели ее урожайности и накопления нитратов. Наименьшим уровнем данной зависимости были отмечены у капусты белокочанной параметры накопления фосфора и калия. Наиболее сильное влияние на совокупность исследуемых характеристик продукции капусты оказало внесение дозы $N_{150}P_{90}K_{180}$ простых и доз $N_{108-118}P_{98-109}K_{155-172}$ комплексных минеральных удобрений на фоне сидерата в сочетании с навозом (фон Б).

Литература

1. Влияние способов профилирования почвы в условиях орошения на биохимический состав корнеплодов моркови / Ж. А. Рупасова [и др.] // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – Вып. 16. – С. 373–381.

2. Степура, М. Ф. Влияние доз простых и комплексных удобрений в овоще-сидеральном звене овоще-кормового севооборота по действию и последствию навоза и сидератов на урожайность и качество овощей / М. Ф. Степура, Т. В. Матюк, Г. Л. Титко // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – Вып. 16. – С. 346–353.

3. Степура, М. Ф. Удобрение и орошение овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск: ОДО Рейплац, 2008. – 142 с.

4. Борисов, В. А. Особенности питания овощных культур и приемы получения экологически безопасной продукции / В. А. Борисов // Картофель и овощи. – 2009. – № 8. – С. 12–13.

5. Борисов, В. А. Качество и лежкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – М.: Колос, 2003. – 625 с.

6. Формирование биохимического состава плодов видов семейства вересковые (Ericaceae) при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2011. – 307 с.

7. Сенов, С. Н. Лесоводство: учеб. пособие / С. Н. Сенов, В. Ф. Ковязин. – Л.: ЛТА, 1990. – 91 с.

M. F. STEPURO, A. A. AUTKO,

INFLUENCE OF THE SYSTEM OF FERTILIZERS APPLICATION IN VEGETABLE FODDER CROP ROTATION ON THE YIELD AND QUALITY OF WHITE CABBAGE (BRASSICA OLERACEA L.)

Summary

The article deals with the results of assessment of the response reaction of white cabbage on the types and doses of fertilizers on green manure and green and slurry soils. The relative difference in the yield and quality of products depending on the system of nutrition is presented. The dependence of activation of vitamin C and nitrates accumulation in cabbage heads is considered.