

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства плодов арбуза при различных схемах посадки в неотапливаемых теплицах (2014–2015 гг.)

Схема посадки, см	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Стоимость продукции, руб./м <sup>2</sup>	Затраты, руб./м <sup>2</sup>	Чистый доход, руб./м <sup>2</sup>	Уровень рентабельности, %	Коэффициент эффективности	Себестоимость продукции, руб./кг
100 + 40×60	6,2	37,2	2,83	0,89	31	1,31	0,46
100 + 40×50	7,0	42,0	3,02	1,18	39	1,39	0,43
100 + 40×40	7,1	42,6	3,29	0,97	30	1,29	0,46
100 + 40×30	6,7	40,2	3,46	0,56	16	1,16	0,52
100 + 40×20	5,4	32,4	3,11	0,13	4	1,04	0,58

выращивании в теплицах изменялся в сторону повышения показателей сухого вещества и суммы сахаров на 0,1–0,6 % и снижения содержания нитратов на 5–7 мг/кг сырой массы.

В результате системного анализа полученных данных установлено, что при выращивании арбуза в неотапливаемых пленочных теплицах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее экономически выгодно использовать схему посадки растений 100 + 40×50 см, которая обеспечивает получение наибольшего расчетного чистого дохода – 1,8 руб./м<sup>2</sup> и рентабельность на уровне 39 %.

#### Литература

1. Влияние минеральных удобрений на урожайность арбуза на черноземе обыкновенном / Е. В. Агафонов [и др.] // Через инновации в науке и образовании к экономическому росту АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ П. Е. Ладана, п. Персиановский, 5–8 февраля 2008 г. / ДонГАУ; ред. А. И. Бараников [и др.]. – п. Персиановский, 2008. – С. 17–19.
2. Борисов, В. А. Удобрение овощных культур / В. А. Борисов. – М.: Колос, 1978. – 206 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М., 1979. – 210 с.
5. Переднев, В. П. Удобрение овощных культур / В. П. Переднев. – Минск: Ураджай, 1987. – 144 с.
6. Технология возделывания арбуза в условиях Беларуси / М. Ф. Степура [и др.]. – Минск: РУП «Институт овощеводства», 2014. – 19 с.
7. Степура, М. Ф. Удобрение и орошение овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск, 2008. – 239 с.
8. Степура, М. Ф. Урожайность, биохимический состав плодов арбуза и дыни в зависимости от доз минеральных удобрений и их экономическая оценка / М. Ф. Степура, А. В. Ботько // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 5. – С. 22–26.

УДК 635.342:631.55:631.8.476

## Влияние видов и доз удобрений на потребление и вынос элементов питания урожаем капусты белокочанной

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук  
Институт овощеводства

О. М. Таверыкина, кандидат с.-х. наук  
Институт рыбного хозяйства

(Дата поступления статьи в редакцию 22.09.2018 г.)

Применение комплексных минеральных удобрений в дозе  $N_{118}P_{109}K_{172}$  в сочетании с навозом, 60 т/га повышало урожайность кочанов капусты белокочанной на 4,5 т/га или 5 % по сравнению с эквивалентной дозой  $N_{150}P_{90}K_{180}$  простых минеральных удобрений на аналогичном фоне при урожайности 90,9 т/га. Вышеуказанные дозы простых и комплексных минеральных удобрений на фоне навоза при выращивании капусты обеспечивают положительный баланс элементов питания в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

#### Введение

Особенности питания овощных культур обусловлены генетической природой растений, различиями в строении корневой системы, ее способностью усваивать слаборастворимые соединения из почвы, скоростью нарастания вегетативных и репродуктивных органов.

*The use of complex mineral fertilizers at a dose of  $N_{118}P_{109}K_{172}$  in combination with manure 60 t/ha increased the yield of heads at 4,5 t/ha or 5% compared to the equivalent dose of  $N_{150}P_{90}K_{180}$  simple mineral fertilizers on a similar background with a yield of 90,9 t/ha. The above doses of simple and complex mineral fertilizers on the background of manure when growing cabbage provide a positive balance of nutrients in sod-podzolic light loamy soil.*

Для оптимизации роста и развития растений важно знать поступление питательных веществ по периодам органогенеза. В первый период роста растения овощных культур наиболее нуждаются в азоте и фосфоре, затем в калии. Количественная потребность в элементах питания определяется биологическими особенностями растений и другими факторами. По-

ступление питательных веществ в молодые растения всегда определяет образование сухой массы, поэтому в молодом возрасте они содержат больше азота, фосфора, калия, кальция, магния и других элементов, чем в более поздние периоды развития.

Известно, что растение через листья усваивает 95 % и более углекислоты и может усваивать путем некорневого питания из водных растворов зольные элементы, серу и азот. Однако основное количество азота, воды и зольных элементов в растение поступает из почвы через корневую систему [1, 2, 3, 5, 9].

Следует отметить, что динамика потребления элементов питания растениями по фазам роста и развития очень важна для правильной оценки почвенного плодородия и возможностей получения программированных урожаев овощных культур. Важно знать, какой уровень питательных веществ необходимо поддерживать в почве, чтобы создать растениям наиболее благоприятные условия для роста и развития [4, 7, 10, 11].

Сведений по уровням оптимального содержания питательных веществ в листьях овощных культур, возделываемых в открытом грунте, по периодам вегетации растений в литературе недостаточно.

Известно, что общая потребность растений в питательных веществах может быть охарактеризована тем количеством питательных элементов, которое растения вынесли из почвы вместе с урожаем. Вынос элементов питания зависит от величины урожая, доз минеральных удобрений, а также агрометеорологических и почвенных условий периода вегетации растений.

#### Условия и методика проведения исследований

Исследования проведены в 2006–2010 гг. на стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом песком. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта следующая:  $pH_{KCl}$  – 6,2–6,5, гидролитическая кислотность – 1,24–1,57, сумма обменных оснований – 9,52–10,2 мэкв/кг почвы, содержание подвижных  $P_2O_5$  – 221–248,  $K_2O$  – 226–281 мг/кг почвы, гумуса – 2,65–2,95 %.

В опытах использовали районированный сорт капусты Мара, повторность опыта 4-кратная. Размер учетных делянок – 35 м<sup>2</sup>. Посадка рассады капусты в

полевых условиях осуществлялась по схеме 70 см ряд от ряда и в ряду через 30–35 см.

Удобрения в виде мочевины, аммонизированного суперфосфата, хлористого калия, навоза вносили весной согласно схеме опыта, включающей, кроме того, 3 уровня комплексных удобрений.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методики полевого опыта» Б. А. Доспехова [6] и «Методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» под редакцией В. Ф. Белика и Л. Г. Бондаренко [8].

Полученные опытные данные подтверждены статистической обработкой дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [6] с использованием программы Microsoft Excel.

#### Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлены ориентировочные уровни оптимального содержания питательных элементов в листьях капусты по двум основным периодам вегетации культуры.

Исследования показали, что в листьях капусты белокочанной содержание питательных веществ изменялось по фазам роста и развития растений. В фазе интенсивного роста вегетативной массы растения лучше отзывались на внесение азотных удобрений, так как потребление азота в этот период в среднем по вариантам находилось на уровне 4600–4850 мг/кг, что выше на 1300–1400 мг/кг потребления этого элемента в фазе образования кочана (таблица 1).

Наибольшее потребление азота растениями капусты белокочанной в фазе интенсивного роста вегетативной массы (4600 мг/кг сырой массы) и в фазе образования кочана (3300 мг/кг сырой массы) отмечено при внесении простых минеральных удобрений в дозе  $N_{150}P_{90}K_{180}$  на фоне без органических удобрений.

При использовании данной дозы минеральных удобрений на фоне внесения навоза 60 т/га отмечено, что содержание азота в листьях капусты белокочанной увеличилось на 250 мг/кг сырой массы, калия – на 100 мг/кг, а содержание фосфора осталось неизменным.

В результате изучения содержания фосфора и калия в листьях капусты при использовании комплексных минеральных удобрений на фоне навоза 60 т/га

**Таблица 1 – Содержание питательных элементов в листьях капусты белокочанной по периодам вегетации растений, мг/кг сырой массы**

Вариант	Интенсивный рост вегетативной массы			Образование кочанов		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без удобрений (контроль)	3850	850	3900	2650	880	3950
$N_{150}P_{90}K_{180}$	4600	1300	4700	3300	1350	4750
$N_{94}P_{90}K_{138}$	4150	1200	4200	2950	1250	4250
$N_{106}P_{98}K_{155}$	4400	1250	4500	3100	1350	4500
$N_{118}P_{109}K_{172}$	4550	1300	4600	3250	1400	4650
Навоз, 60 т/га	4650	1250	4600	3250	1300	4600
Навоз, 60 т/га + $N_{150}P_{90}K_{180}$	4850	1300	4800	3450	1300	4800
Навоз, 60 т/га + $N_{94}P_{90}K_{138}$	4700	1150	4750	3200	1250	4700
Навоз, 60 т/га + $N_{106}P_{98}K_{155}$	4650	1200	4700	3150	1300	4750
Навоз, 60 т/га + $N_{118}P_{109}K_{172}$	4700	1250	4800	3500	1300	4700

резких отличий по фазам роста и развития не выявлено по причине высокого содержания подвижных форм фосфора и обменного калия в почве (рисунок).

Изучение в стационарном специализированном овощном севообороте влияния действия навоза при внесении простых и комплексных минеральных удобрений на урожайность овощных культур установлено, что наибольшая урожайность капусты – 95,4 т/га получена при внесении комплексных минеральных удобрений в дозе  $N_{118}P_{109}K_{172}$  на фоне действия навоза, 60 т/га (таблица 2).

По нашим данным, при внесении дозы  $N_{94}P_{90}K_{138}$  комплексных минеральных удобрений урожайность кочанов капусты уменьшилась на 9,5 т/га по сравнению с внесением дозы  $N_{150}P_{90}K_{180}$  простых минеральных удобрений.

При выращивании капусты белокочанной на фоне навоза без внесения минеральных удобрений средняя

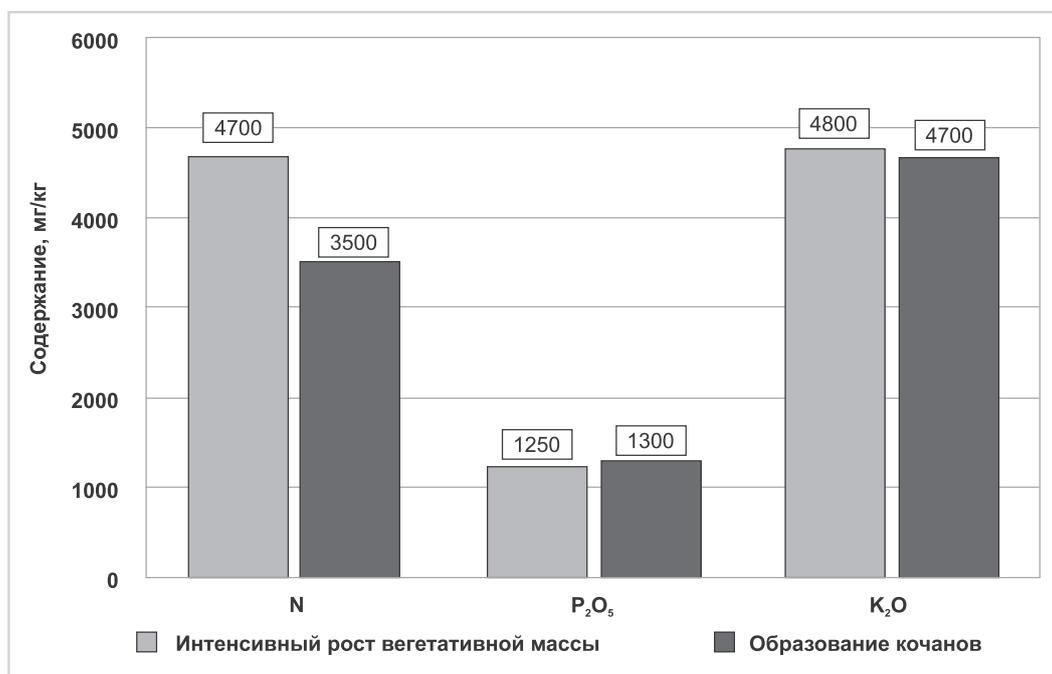
урожайность кочанов составила 67,3 т/га. Прибавка урожая капусты от действия навоза составила 16,0 т/га или 31 %.

Выявлено, что внесение простых минеральных удобрений в дозе  $N_{150}P_{90}K_{180}$  в сочетании с навозом снижало урожайность капусты на 4,5 т/га по сравнению с эквивалентной дозой  $N_{118}P_{109}K_{172}$  комплексных минеральных удобрений.

Однако наибольшая прибавка урожая капусты – 39,1–44,1 т/га или 76–86 % получена по дозам  $N_{106-118}P_{98-109}K_{155-172}$  комплексных и дозе  $N_{150}P_{90}K_{180}$  простых минеральных удобрений.

Внесение доз простых и комплексных минеральных удобрений на фоне действия навоза повышало товарность продукции с 79 до 88–90 %.

Установлено, что наибольший хозяйственный вынос азота и калия отмечен у растений капусты белокочанной при внесении доз минеральных удобрений на



Изменение содержания питательных элементов в листьях капусты белокочанной по периодам вегетации растений (вариант – навоз, 60 т/га +  $N_{118}P_{109}K_{172}$ )

Таблица 2 – Действие различных видов и доз удобрений на урожайность капусты белокочанной

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Товарность, %
		т/га	%	
Без удобрений (контроль)	51,3	–	–	78
$N_{150}P_{90}K_{180}$	83,8	32,5	63	88
$N_{94}P_{90}K_{138}$	74,3	23,0	45	87
$N_{106}P_{98}K_{155}$	80,3	29,0	57	88
$N_{118}P_{109}K_{172}$	84,9	33,6	66	89
Навоз, 60 т/га	67,3	16,0	31	79
Навоз, 60 т/га + $N_{150}P_{90}K_{180}$	90,9	39,6	77	89
Навоз, 60 т/га + $N_{94}P_{90}K_{138}$	86,1	34,8	68	89
Навоз, 60 т/га + $N_{106}P_{98}K_{155}$	90,4	39,1	76	88
Навоз, 60 т/га + $N_{118}P_{109}K_{172}$	95,4	44,1	86	90
HCP <sub>05</sub>	2,4–5,7			

**Таблица 3 – Вынос и баланс элементов питания при выращивании капусты белокочанной в зависимости от видов и доз удобрений**

Вариант	Внесение, кг/га			Хозяйственный вынос, кг/га			Баланс, ± кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без удобрений (контроль)	–	–	–	166	54	179	–166	–54	–179
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	150	90	180	298	82	306	–148	+8	–126
N <sub>94</sub> P <sub>90</sub> K <sub>138</sub>	94	87	138	198	73	212	–104	+14	–74
N <sub>106</sub> P <sub>98</sub> K <sub>155</sub>	106	98	155	225	84	236	–119	+14	–81
N <sub>118</sub> P <sub>109</sub> K <sub>172</sub>	118	109	172	231	86	221	–113	+23	–49
Навоз, 60 т/га – фон	300	120	360	210	74	218	+90	+46	+142
Фон + N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	450	210	540	313	106	333	+137	+104	+207
Фон + N <sub>94</sub> P <sub>90</sub> K <sub>138</sub>	394	207	498	230	94	228	+164	+113	+270
Фон + N <sub>106</sub> P <sub>98</sub> K <sub>155</sub>	406	218	515	242	88	254	+164	+130	+261
Фон + N <sub>118</sub> P <sub>109</sub> K <sub>172</sub>	418	229	532	281	111	292	+126	+118	+240

фоне навоза. Так, в варианте с внесением N<sub>150</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> на фоне навоза, 60 т/га хозяйственный вынос азота капустой белокочанной составил 313 кг/га, калия – 333 и фосфора – 106 кг/га (таблица 3).

При внесении только минеральных удобрений в указанной дозе хозяйственный вынос азота составил 298 кг/га, фосфора – 82 и калия – 306 кг/га. Внесение только простых и комплексных минеральных удобрений без применения навоза не обеспечило получения положительного баланса в почве по азоту и калию. Отрицательный баланс азота составлял 104–148 кг/га, а калия соответственно – 49–126 кг/га. Капуста белокочанная по своим биологическим особенностям при формировании урожая в 50–70 т/га выносит из почвы 166–298 кг/га азота и 179–306 кг/га калия. Внесение только минеральных удобрений в рекомендованных дозах не обеспечивает положительный баланс азота и калия.

Установлено, что баланс фосфора был положительным по всем изучаемым дозам удобрений как по фону навоза, так и без него. Объясняется это тем, что корневая система растений капусты белокочанной за вегетационный период сильно увеличивается в размере и способна хорошо использовать запасы почвенного фосфора. Внесение только навоза в количестве 60 т/га обеспечило положительный баланс по всем трем элементам питания: по азоту он составил +90 кг/га, фосфору и калию – соответственно +46 и +142 кг/га.

Выявлено, что внесение на фоне навоза, 60 т/га доз простых N<sub>150</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> и комплексных N<sub>94-118</sub>P<sub>87-109</sub>K<sub>138-172</sub> минеральных удобрений при выращивании капусты белокочанной обеспечило положительный баланс элементов питания: содержание азота в почве увеличилось на 126–164 кг/га, фосфора – на 104–130 кг/га и калия – на 207–270 кг/га.

### Заключение

Применение минеральной системы простых и комплексных удобрений увеличило урожай кочанов ка-

пусты белокочанной на 45–66 %, органоминеральной с внесением навоза – на 68–86 %. Выявлено, что использование органоминеральной системы удобрения способствует увеличению потребления азота и калия растениями капусты при формировании кочанов и незначительным повышением потребления фосфора по сравнению с потреблением его в период интенсивного роста вегетативной массы.

### Литература

1. Андреев, Ю. М. Овощеводство / Ю. М. Андреев. – М.: Проф-ОбрИздат, 2002. – 256 с.
2. Аристархов, А. Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах / А. Н. Аристархов. – М.: ЦИНАО, 2000. – 522 с.
3. Технология возделывания овощных культур в Беларуси / А. А. Аутко [и др.] – Мн.: 2003. – 96 с.
4. Берестов, И. И. Урожайность и вынос основных элементов питания яровым тритикале в зависимости от сорта, доз азота и норм высева. / И. И. Берестов, П. А. Ширко // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 58. – С. 18–21.
5. Босак, В. Н. Экономическая эффективность применения удобрений в полевых севооборотах / В. Н. Босак, Т. М. Германович // Материалы междунар. науч.-практ. конф. IV съезда почвоведов // Минск, 2010. – Ч. 2. – С. 21–25.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высших с. – х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Маслова, И. Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И. Я. Маслова. – Новосибирск.: Наука, 1993. – 123 с.
8. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Беллика, Г. Л. Богдаренко. – М., 1979. – 210 с.
9. Тихова, Е. П. Значение обменных катионов в поглощении SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> почвами / Е. П. Тихова // НИРУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – 1958. – № 2. – С. 57–61.
10. Шкель, М. П. Применение серосодержащих удобрений / М. П. Шкель. – Минск: Ураджай, 1979. – 63 с.
11. Swain, P.V. Subsoiling / P. V. Swain // Soil Physical Condition and Crop Production: technical Bulletin. – 1975. – № 29. – P. 189–205.