

их увеличению. При применении мела содержание кальция в семенах ярового рапса увеличилось на 0,1%.

Содержание азота и сырого белка в семенах рапса не зависело от химической мелиорации и было наибольшим в варианте с повышенной дозой азота $N_{150}P_{75}K_{150}$ + д.м. Содержание сырого белка при этом составило 22,9%, сбор сырого белка – 7,7 ц/га.

При внесении доломитовой муки и карбонатного сапропеля сбор сырого белка с урожаем семян ярового рапса увеличился на 0,6 и 0,7 ц/га соответственно.

Таким образом, известкование дерново-подзолистой легкосуглинистой слабокислой почвы оказывало благоприятное воздействие на урожайность и качество семян ярового рапса.

УДК 631.81.094

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

ЦЕЦЬКО З., ПРОФ. Д-Р ГАБ., ЖОЛНОВСКИ А.Ц., Д-Р, ГЖЕГОЖЕВСКИ К., магистр
Кафедра химии окружающей среды, Варминско-Мазурский университет в г.Ольштын,
plac Łódzki 4, 10-727 Olsztyn, Польша

Введение

Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.) относится к культурам с большим производственным потенциалом и, одновременно, высокими требованиями как в отношении тщательной обработки почвы, так и снабжения питательными элементами. Лишь после выполнения этих требований можно получить высокие стабильные урожаи корнеплодов, обладающих соответствующей технологической ценностью. Среди питательных элементов, доставляемых в минеральной форме, наибольшее влияние на прирост урожая и технологическое качество корнеплодов свеклы оказывает азот [3]. Очень важным является определить соответствующую дозу этого элемента, так как его недостаток ограничивает рост и урожайность растений, а избыток, особенно в фазе всходов, уменьшает густоту стояния растений и выживаемость семян [4]. Слишком позднее внесение азота ведет к снижению содержания сахара в корнеплодах и повышению концентрации мелассообразующих веществ, в частности, альфа-аминного азота [1]. Чрезмерное содержание азота в почве в конце вегетации приводит к интенсивному приросту надземной массы за счет снижения качества корнеплодов. В выращивании сахарной свеклы важную функцию выполняют также фосфор и калий. Фосфор обуславливает правильный рост корней, а калий влияет на поглощение и превращения азотных соединений, а также на водный режим растений, защищает их от водного и термического стресса. Он является элементом, оказывающим непосредственное влияние на накопление углеводов, прежде всего, сахарозы. В выращивании сахарной

после пшеницы озимой. Весной, перед посевом свеклы вносили минеральные удобрения согласно схеме опыта: тройной суперфосфат 46%P₂O₅, калийная соль 40%K₂O и половина дозы азота в форме мочевины. Остальную часть азота вносили путем подкормки растений в фазе 6 листьев свеклы в форме аммиачной селитры. В опыте приняты размещение растений 45см x 17см. Все агротехнические мероприятия проводились в соответствии с общепринятыми правилами по выращиванию сахарной свеклы. Во время уборки свеклы определяли урожай корнеплодов и листьев, а также взяли пробы для лабораторных химических анализов. Содержание сахарозы определяли поляриметрическим методом с химически чистой сахарозой в качестве образца.

Обсуждение результатов

В проведенном опыте были получены высокие урожаи корнеплодов, близкие к потенциальной урожайности сортов в Польше [Siódmiak 2002]. Примененное минеральное удобрение существенным образом влияло на урожай корнеплодов выращиваемого сорта сахарной свеклы (табл.1).

Таблица 1 – Влияние удобрения NPK, Mg и микроэлементов на урожайность корнеплодов сахарной свеклы, т/га

Варианты	2002г.	2003г.	2004г.	Среднее за 2002-2003гг.
Без удобрения	64,90	67,22	66,82	66,31
1 NPK	65,88	68,25	71,33	68,49
2 NPK	66,94	69,19	74,28	70,14
3 NPK	67,29	70,11	77,03	71,48
3 NPK + Mg	67,65	69,75	77,52	71,64
3 NPK + Mg + B	67,47	69,94	78,31	71,91
3 NPK + Mg + B + Cu	67,47	70,02	78,51	72,00
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn	67,74	70,03	78,70	72,16
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn + Mn	67,82	69,94	78,11	71,96
Средние:	67,02	69,38	75,62	70,68
HCP _{0,05}	не суц.	не суц.	7,30	не суц.

В среднем за три года каждая из примененных доз NPK привела к прибавке урожая по сравнению с контрольным вариантом (без минерального удобрения). Прибавка урожая по отношению к контрольному варианту составила соответственно по вариантам: N₄₀P₃₂K₄₈ – 2,18 т/га, N₈₀P₆₄K₉₆ – 3,83 т/га, N₁₂₀P₉₆K₁₄₄ – 5,17 т/га. В подобных исследованиях Ostrowska и Kucińska [7] отметили рост урожая до дозы 94 кг N/т/га; более высокие дозы азота в их исследованиях приводили как к уменьшению урожая корнеплодов, так и снижению содержания сахарозы в корнеплодах. Примененное в опыте дополнительное удобрение магнием и микроэлементами не изменило существенным образом получен-

ный урожай корнеплодов. Однако в вариантах с применением магния и микроэлементов была отмечена тенденция к формированию большего урожая. О существенной зависимости между технологическим урожаем сахара и уровнем содержания микроэлементов в корнеплодах пишут, в частности, Prośba-Białczyk и др. [8]. Наряду с увеличением урожая корнеплодов под влиянием примененного удобрения NPK, отметили также линейный рост урожая листьев (табл.2).

Таблица 2 — Влияние удобрения NPK, Mg и микроэлементов на урожайность листьев сахарной свеклы, т/га

Варианты	2002г.	2003г.	2004г.	Среднее за 2002-2003гг.
Без удобрения	34,72	56,48	51,39	47,53
1 NPK	36,34	56,94	54,98	49,42
2 NPK	37,38	57,75	59,38	51,50
3 NPK	38,08	57,99	59,38	51,82
3 NPK + Mg	38,08	57,87	59,91	51,95
3 NPK + Mg + B	37,96	57,99	60,05	52,00
3 NPK + Mg + B + Cu	38,19	58,45	59,91	52,18
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn	37,96	58,10	59,86	51,97
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn + Mn	38,19	58,45	59,84	52,16
Средние:	37,43	57,78	58,30	51,17
НСР _{α=0,05}	не суц.	не суц.	8,14	не суц.

Наибольший средний урожай надземной массы был получен после применения самой высокой дозы NPK; он составил 51,82 т/га и превышал урожай, полученный в варианте без минерального удобрения, на 4,29 т/га. Применение магния и микроэлементов на фоне высоких доз NPK также повышало урожай листьев сахарной свеклы по сравнению с вариантом 3NPK. Однако полученная прибавка урожая листьев не была статистически доказанной. Иные результаты получили в своих исследованиях Chwil и Szewczuk [2]. Эти авторы, применяя в выращивании сахарной свеклы возрастающие дозы препаратов, содержащих микроэлементы, на фоне постоянного, вносимого в почву удобрения NPK, получили прибавку урожаев корнеплодов и листьев соответственно на 18 и 29% по сравнению с вариантами без подкормки. Возрастающее удобрение азотом до уровня 120 кг N-т/га, согласно Rozbicki и Kalinowska-Zdun [9], обеспечивает оптимальное технологическое качество корнеплодов, а более высокие дозы этого элемента отрицательно влияют на содержание сахара. В описываемом опыте возрастающее удобрение NPK и Mg, а также применение микроэлементов не изменяло существенным образом содержания сахара в корнеплодах сахарной свеклы (табл.3).

Таблица 3 – Влияние удобрения NPK, Mg и микроэлементов на содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы, в % свежей массы.

Варианты	2002	2003	2004	Среднее за 2002-2003
Без удобрения	16,55	16,66	18,63	17,28
1 NPK	16,96	16,69	18,39	17,35
2 NPK	17,34	16,51	18,15	17,33
3 NPK	17,29	16,42	18,10	17,27
3 NPK + Mg	17,31	16,48	18,02	17,27
3 NPK + Mg + B	17,12	16,55	18,17	17,28
3 NPK + Mg + B + Cu	17,10	16,58	18,58	17,42
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn	17,02	16,52	18,38	17,31
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn + Mn	16,84	16,42	18,25	17,17
Средние:	17,06	16,54	18,30	17,30
НСР _{0,05}	не сущ.	не сущ.	0,23	не сущ.

Однако была отмечена тенденция к росту количества сахарозы в корнеплодах в вариантах с дозами удобрения 1NPK (N₄₀P₃₂K₄₈) и 2NPK (N₈₀P₆₄K₉₆), в которых, по сравнению с контрольным вариантом, содержание сахара в свежей массе корнеплодов было выше в среднем на 0,07 и 0,05%. Доза 3NPK приводила к снижению содержания сахара в корнеплодах. Примененные в опыте микроэлементы снизили содержание сахарозы в корнеплодах выращиваемого сорта сахарной свеклы; тем не менее, влияние магния и микроэлементов на выход урожай сахара, понимаемый как производное урожая корнеплодов и содержащейся в них сахарозы, было очевидным (табл.4).

Таблица 4 – Влияние удобрения NPK, Mg и микроэлементов на выход сахара сахарной свеклой, т/га

Варианты	2002г.	2003г.	2004г.	Среднее за 2002-2003гг.
Без удобрения	10,74	11,20	12,45	11,46
1 NPK	11,17	11,39	13,12	11,88
2 NPK	11,61	11,42	13,48	12,16
3 NPK	11,63	11,51	13,94	12,34
3 NPK + Mg	11,71	11,49	13,97	12,37
3 NPK + Mg + B	11,55	11,58	14,23	12,43
3 NPK + Mg + B + Cu	11,54	11,61	14,59	12,54
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn	11,53	11,57	14,47	12,49
3 NPK + Mg + B + Cu + Zn + Mn	11,42	11,48	14,26	12,36
Средние:	11,43	11,47	13,83	12,23
НСР _{0,05}	не сущ.	не сущ.	0,02	не сущ.

В каждом варианте с дополнительным удобрением магнием и микроэлементами отметили более высокий выход сахара, чем в варианте

только с удобрением NPK. Наиболее благоприятным в этом отношении оказалось удобрение $N_{120}P_{96}K_{144}$ с одновременным применением магния и добавкой бора и меди. Выход сахара, полученный в этом варианте, составил 12,54 т/га и был выше по сравнению с вариантом только NPK (3NPK) на 200 кг/га сахара.

Выводы

1. Применяемое в опыте удобрение NPK увеличило как урожайность корнеплодов, так и урожайность листьев сахарной свеклы при всех дозах.

2. Повышение содержания сахарозы в корнеплодах отметили только после применения первой дозы минеральных удобрений, то есть $N_{40}P_{32}K_{48}$, более высокие дозы приводили к снижению содержания сахара в корнеплодах.

3. Примененное в опыте удобрение магнием и микроэлементами, по сравнению с высокими дозами NPK, не повлияло коренным образом на урожайность корнеплодов и листьев; тем не менее, оно оказывало благоприятное действие на величину выхода сахара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adamiak J., Adamiak E. 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Szczecin. Rol. 62: 3-8.
2. Chwil S., Szewczuk C. 2003. Wpływ dolistnego dokarmiania buraka cukrowego na jego plon i niektóre cechy jakościowe. Acta Agrophysica 85: 117-124.
3. Czuba R. 1998. Efekty produkcyjne dolistnego dokarmiania roztworem mocznika i mikroelementami zbóż, rzepaku i buraka cukrowego, w: Dolistne dokarmianie i ochrona roślin w świetle badań i doświadczeń praktyki rolniczej. IUNG Puławy: 24-33
4. Gutmański I. 1991. Produkcja buraka cukrowego. PWRiL, Poznań: 235 ss.
5. Henriques F.S. 2003. Gas exchange, chlorophyll a fluorescence kinetics and lipid peroxidation of pecan leaves with varying manganese concentrations. Plant Science 165: 239-244.
6. Kabata-Pendias A., Pendias H. 1993. Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN Warszawa pp. 364.
7. Ostrowska D., Kucińska K. 1998. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem oraz różnych form nawozów organicznych na plon i jakość buraka cukrowego. Roczniki AR Poznań. 52, 1: 274-278
8. Prośba-Białczyk U., Spiak Z., Mydlarski M. 2000. Wpływ nawożenia na zawartość mikroelementów w buraku cukrowym. Części I-III, Zesz. Nauk. Post. Nauk Rol. z. 471: 441-461.
9. Rozbicki J., Kalinowska-Zdun M. 1993. Badania nad wpływem struktury morfologicznej łanu na plon i wartość technologiczną buraka cukrowego na tle sposobu siewu i nawożenia azotem. Roczn. Nauk Rol. Ser. A, t.110 z.1-2: 69-76
10. Siódmiak J. 2002. Odmiany buraka cukrowego, ich ocena i wartość gospodarcza. W: Nowoczesna Uprawa buraków cukrowych. W. Grzebisz (red.). Wyd. AR Poznań: 29-40.