

АГРОНОМИЯ

УДК 633.63:631.4:631.821.85(571.15)

Л.М. Бурлакова,
А.Б. Совриков

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: оптимизация, минеральное питание, подвижные формы питательных веществ, шкалы обеспеченности, каналы связи, ранги урожайности, общая информативность, коэффициент эффективности каналов связи, сахарная свекла, норма удобрений.

Введение

Продуктивность возделываемых культур в значительной степени зависит от обеспеченности растений подвижными формами элементов питания. Эти формы динамичны во времени. И если мы хотим получить наибольшую эффективность от вносимых удобрений, то при расчете норм удобрений необходимо пользоваться свежими данными по обеспеченности почвы питательными веществами, особенно это важно для наиболее динамичных форм минерального азота.

Рациональное питание растений состоит в предоставлении растениям не обязательно высоких норм удобрений, но оптимальных, достаточных для формирования максимально-возможных высоких урожаев при обеспечении теплом и влагой в соответствующих зональных климатических условиях.

В настоящее время в агрохимической науке и практике внесение удобрений под сельскохозяйственные культуры накоплен большой опыт. Разработано множество методов внесения удобрений в разных регионах России и в странах бывшего СССР [1]. Большая роль во многих работах в этом отношении отводится содержанию в почве подвижных питательных веществ. О роли подвижных питательных веществ в

почве в диагностике потребности растений в удобрении писал еще Д.Н. Прянишников [2].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили пахотные почвы Алтайского Приобья, расположенные в зоне черноземов обыкновенных умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края.

Предметом исследования было избрано изучение подвижных питательных веществ как одного из параметров плодородия почв, выявление их влияния на урожайность корнеплодов сахарной свеклы и на основе разработанного метода оптимизации расчета доз минеральных удобрений, установления агрономической и экономической эффективности оптимизированных доз минеральных удобрений под сахарную свеклу.

Методика исследований

Исследования проводили в течение двух лет, с 2008 по 2009 гг. При полевом и лабораторном исследованиях применяли широкоизвестные и общедоступные методы.

Образцы почв для определения влажности и подвижных питательных веществ отбирали весной до посева и по основным фазам развития растения в пахотном горизонте. Каждая площадка была строго ориентирована и привязана по странам света и расстоянию. Образцы отбирали в 3-кратной повторности на каждой площадке, смешанные из трех индивидуальных.

В лаборатории определяли в отобранных образцах: влажность (для пересчета результатов анализа на сухую навеску) – высушиванием почвы в алюминиевых бюксах при 105°C, азот нитратов) – по Грандваль-Ляжу, обменный аммоний) – в КСl вытяжке с последующим колориметрированием на ФЭК, подвижный фосфор и калий) – по Чирикову в одной навеске, фосфор) – калориметрически, а калий) – на пламенном фотометре.

Осенью на площадках, где отбирали образцы почв для анализов, проводили учет урожайности корнеплодов сахарной свеклы. Всего было заложено на каждой площадке 5 метровок.

В лаборатории корнеплоды сахарной свеклы взвешивали и пересчитывали на урожай в т/га. Самая высокая урожайность корнеплодов составила 66 т/га, а самая низкая – 24 т/га.

Результаты анализов почв и урожайности возделываемых культур использовали для установления связей между содержанием в почве подвижных форм элементов питания и урожайностью возделываемых культур.

Для этой цели был использован апробированный нами ранее метод информационно-логического анализа, предложенный в работах Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкина, и используемый нами по прописи Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карпачевского, Н.А. Взнуздаева [3-6].

Результаты и их обсуждение

С помощью информационно-логического анализа нами были определены степень и характер связи между содержанием в почве весной до посева подвижных питательных веществ и урожайностью корнеплодов сахарной свеклы.

Установление степени и характера полученных связей позволило разработать шкалы обеспеченности почв подвижными

элементами питания под сахарную свеклу, обуславливающие получение соответствующей им урожайностей.

Высокая вариабельность подвижных питательных веществ создала различные условия роста и развития растений и отразилась на формировании урожайности корнеплодов.

Влияние содержания в почве подвижных элементов питания на формирование урожайности сахарной свеклы показало, что по общей информативности канала связи (Т) и коэффициента эффективности передачи информации (К) наибольшее влияние на урожайность корнеплодов сахарной свеклы оказали содержание в почве весной перед посевом азота нитратов и подвижного калия (табл. 1). Влияние подвижного фосфора на урожайность корнеплодов сахарной свеклы менее информативно.

Поле, на котором выращивалась сахарная свекла, общей площадью 247 га неоднородно по содержанию подвижных питательных веществ. Прослеживается линейная связь между урожайностью корнеплодов сахарной свеклы и содержанием в почве нитратного азота и подвижного калия. Для содержания подвижного калия в почве прослеживается некоторая неопределенность. Урожайность сахарной свеклы может колебаться от < 25 до 35 т/га, что соответствует 1-3-му рангам урожайности, причем 1-й ранг, соответствующий урожайности 25-33 т/га встречается 1 раз из 28 случаев, и им можно пренебречь. В таблице 2 этот ранг показан в скобках (1). При высокой степени обеспеченности почв азотом нитратов и подвижным калием может быть получена высокая урожайность сахарной свеклы (6-7-й ранг, > 53 т/га) при обеспеченности почв подвижным фосфором 20 мг/100 г почвы.

Таблица 1

Шкала обеспеченности почвы подвижными элементами питания по специфичным (наиболее вероятным) состояниям урожайности сахарной свеклы

N/NO ₃ , мг/кг	Урожайность сахарной свеклы		K ₂ O, мг/100 г	Урожайность сахарной свеклы		P ₂ O ₅ , мг/100 г	Урожайность сахарной свеклы	
	т/га	ранг		т/га	т/га		т/га	ранг
< 15	26-39	2-3	< 26	< 26-39	(1)2-3	21-25	26-39	1-3
15-20	40-46	4	26-46	40-53	4-5	26-30	40-46	4
20-35	47-60	5-6	46-66	54-60	5-6	> 30	47-53	5
> 35	> 61	7	> 66	> 60	7	≤ 20	> 53	6-7
T = 0,3659 K = 0,1485			T = 0,3898 K = 0,1524			T = 0,1240 K = 0,0904		

Коэффициент оптимизации минерального питания сахарной свеклы по обеспеченности почвы подвижным азотом, фосфором и калием

Содержание в почве			Ранг урожайности по специфическим состояниям			Коэффициент оптимизации		
мг/кг	мг/100 г		N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O						
< 15	< 25	< 40	2-3	1-3	2-3	0,643	0,714	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
< 15	26-30	< 40	2-3	4	2-3	0,643	0,429	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
< 15	> 30	< 40	2-3	5	2-3	0,643	0,286	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
15-20	< 25	< 40	4	1-3	2-3	0,429	0,714	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
15-20	26-30	< 40	4	4	2-3	0,429	0,429	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
15-20	> 30	< 40	4	5	2-3	0,429	0,286	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
15-20	≤ 20	< 40	4	6-7	2-3	0,429	0,071	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
20-35	< 25	< 40	5-6	5	2-3	0,214	0,286	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
20-35	26-30	< 40	5-6	4	2-3	0,214	0,429	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
20-35	> 30	< 40	5-6	5	2-3	0,214	0,286	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
20-35	≤ 20	< 40	5-6	6-7	2-3	0,214	0,071	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
> 35	< 25	< 40	7	5	2-3	0,000	0,286	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
> 35	26-30	< 40	7	4	2-3	0,000	0,429	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
> 35	> 30	< 40	7	5	2-3	0,000	0,286	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000
> 35	≤ 20	< 40	7	6-7	2-3	0,000	0,071	0,643
		40-53			4-5			0,357
		54-60			5-6			0,214
		> 60			7			0,000

Содержание подвижных элементов питания в почве и отражение их взаимоотношения в коэффициентах оптимизации позволит более полно охарактеризовать обеспеченность почв элементами минерального питания.

Для последующего внесения удобрений в определенном количестве и соотношении по содержанию подвижных форм элементов питания в почве.

Коэффициент оптимизации характеризует связь между содержанием элемента в почве и урожайностью культуры. Чем выше этот коэффициент, тем больше доза внесения удобрений. В том случае, когда коэффициент оптимизации равен нулю для всех элементов питания, это значит, что в почвах имеет место гармоничное соотношение элементов питания.

Коэффициенты оптимизации в таблице 2 рассчитаны по специфичным состояниям урожайности корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от содержания подвижных элементов питания в почве в период посева.

Для расчета доз минеральных удобрений по методу оптимизации весной (перед посевом) были отобраны и проанализированы почвенные образцы на содержание в них азота нитратов, подвижных фосфора и калия. Используя шкалы обеспеченности почвы подвижными элементами питания по специфичным (наиболее вероятным) состояниям урожайности сахарной свеклы по каждому значению фактора (табл. 1), содержание элементов питания в почве выражаем через ранги урожайности. Наиболее вероятные ранги урожайности

сахарной свеклы, соответствующие в период посева содержанию азота нитратов, подвижного фосфора и обменного калия приведены в таблице 3.

Как следует из таблицы 3, в почве имеет место негармоничное соотношение элементов минерального питания, и все они находятся на линии минимума. Для того чтобы получить максимальный ранг (7) урожайности корнеплодов сахарной свеклы, необходимо повысить содержание азота на 4,5 ранга, содержание фосфора на 3 ранга и калия на 1,5 ранга путем внесения удобрений.

С учетом коэффициентов оптимизации, выноса элементов питания и коэффициентов использования их из минеральных удобрений растениями сахарной свеклы получаем дозы внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность 60 т/га, рассчитанные по принципу оптимизации:

$$D_N = 275,6 \text{ кг д.в./га,}$$

$$D_P = 231,7 \text{ кг д.в./га,}$$

$$D_K = 160,5 \text{ кг д.в./га.}$$

Эффективность метода оптимизации минерального питания под посевом сахарной свеклы в условиях умеренно-засушливой и колочной степи Алтайского края показано в таблице 4.

Внесение оптимизированной дозы минеральных удобрений сравнивалось с эффективностью вносимых доз удобрений применяемых в хозяйстве и в сочетании с гербицидной обработкой, обеспечивает получение планируемых урожаев.

Таблица 3

Содержание азота нитратов, подвижного фосфора и обменного калия в почвах перед закладкой опыта по специфичным (наиболее вероятным) состояниям урожайности сахарной свеклы для каждого состояния фактора

N-NO ₃ мг/кг	Урожайность		P ₂ O ₅ мг/100 г	Урожайность		K ₂ O мг/100 г	Урожайность	
	ранг	т/га		ранг	т/га		ранг	т/га
9,07	1	< 26	26,3	4	40-46	59,8	5-6	54-60

Таблица 4

Эффективность применения минеральных удобрений в условиях умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края под сахарную свеклу

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га
Контроль	25,8	-
N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅	31,2	5,4
N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	36,7	10,9
N _{275,6} P _{231,7} K _{160,5} (оптимизированная доза)	59,3	33,5
НСП ₀₅ , т/га		1,25

Экономическая эффективность применения удобрений под сахарную свеклу

Показатели	Контроль	N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅	N ₇₀ P ₇₀ K ₇₀	N _{275,6} P _{231,7} K _{160,5}
Урожайность, т/га	25,8	31,2	36,7	59,3
Прибавка, т/га	-	5,4	10,9	33,5
Затраты, руб/га	19284,8	22393,7	25542,7	37678,3
из них на доп. продукцию, руб/га	-	3109,0	6257,9	18393,5
Цена реализации с учетом класса, руб/т	2000	2000	2000	2000
Валовая продукция в ценах реализации, руб/га	51600	62400	73400	118600
Условно чистый доход, руб/га	32315,2	40006,3	47857,3	80921,7
Уровень рентабельности производства, %	167,6	178,6	187,4	214,8

Схема опыта в 2009 г. включала следующие варианты:

1. Контроль.
2. N₃₅P₃₅K₃₅ – стартовая доза (припосевное внесение).
3. N₇₀P₇₀K₇₀.
4. N_{275,6}P_{231,7}K_{160,5} (оптимизированная доза).

Полевой опыт в условиях подзоны черноземов обыкновенных колючей степи Алтайского края был заложен с соблюдением всех положений методики опытного дела [7]. Были использованы следующие удобрения: нитроаммофоска марки А, аммиачная селитра [NH₄NO₃] – содержание азота не менее 34,7%; суперфосфат простой гранулированный [Ca(H₂PO₄)₂] – содержание фосфора не менее 20%.

Как следует из таблицы 4, сахарная свекла очень отзывчива на внесение минеральных удобрений. По всем вариантам опыта наблюдается достоверное увеличение урожайности как от стартовой дозы, так и от основного внесения оптимизированной дозы. Внесение минеральных удобрений при посеве (N₃₅P₃₅K₃₅) сахарной свеклы обеспечило получение 5,4 т/га дополнительной продукции, двойное увеличение стартовой дозы (N₇₀P₇₀K₇₀) – обеспечило получение 10,9 т/га дополнительной продукции. Внесение оптимизированной дозы минеральных удобрений обеспечило получение 33,5 т/га дополнительной продукции, отклонение фактической и планируемой урожайности составляет менее 1,5%.

По данным технологической карты и таблицы 5 можно сделать вывод, что все анализируемые показатели экономической эффективности существенно различаются в зависимости от дозы внесения удобрений.

В 2009 г. урожайность сахарной свеклы колебалась от 31,2 до 59,3 т/га при контроле 25,8 т/га. По всем вариантам опыта чистый доход колеблется от 40006,3 (при стартовой дозе внесения минеральных удобрений) до 80921,7 руб/га, (по варианту оптимизированной нормы минеральных удобрений) при 32315,2 руб/га на контроле. Сумма затрат на 1 га посевов повышается с увеличением дозы внесения минеральных удобрений.

По всем вариантам уровень рентабельности выше контрольного, это говорит о том, что получаемые прибавки зерна по данным вариантам внесения минеральных удобрений позволяют окупать дополнительные затраты.

Наиболее рентабельным оказался вариант с оптимизированной дозой внесения минеральных удобрений, где уровень рентабельности составил 214,8%.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что по разработанным шкалам обеспеченности почв подвижными элементами питания, выраженных в уровнях урожайности корнеплодов сахарной свеклы, с учетом коэффициентов оптимизации нами была определена оптимальная норма минеральных удобрений, которая показала агрономическую эффективность и обеспечила получение планируемой урожайности корнеплодов сахарной свеклы.

Библиографический список

1. Кулакова Т.Н. Оптимальные параметры плодородия почв / Т.Н. Кулакова, В.Ю. Кнашис, И.М. Богдевич и др. – М.: Колос, 1984. – 271 с.

2. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.Н. Прянишников. – М., Л.: АН СССР, 1945. – 200 с.

3. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л.М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 200 с.

4. Бурлакова Л.М. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы на основе информационно-логической модели урожайности / Л.М. Бурлакова // Разработка систем и технологий применения удобрений, обеспечивающих расширенное воспроизводство почвенного плодородия и получение планируемых урожаев высокого качества: матер. Всесоюз. совещ. межвуз. координац. совета по агрохимии. – Алма-Ата, 1990. – С. 47-51.

5. Бурлакова Л.М. Шкалы обеспеченности почвы подвижными питательными

веществами для расчета оптимизированных доз минеральных удобрений под сахарную свеклу / Л.М. Бурлакова, А.Б. Совриков // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – С. 369-371.

6. Пузаченко Ю.Т. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности / Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карпачевский, Н.А. Взнуздаев // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. – М.: Наука, 1970. – С. 103-121.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1995. – 351 с.



УДК 633.16.321:631.526.32 (581.9)

**А.Н. Кадычegov,
А.Н. Бородиня**

ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ И ПОСЕВНЫМ КАЧЕСТВАМ ЗЕРНА В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Ключевые слова: яровой ячмень, степные условия, континентальный климат, коэффициент вариации, показатель гомеостатичности, параметры адаптивности, урожайность зерна, всхожесть, чистота, влажность, масса 1000 семян.

Введение

Современные сорта наряду с высоким проявлением основных хозяйственно полезных признаков должны обладать и стабильностью этих показателей в варьирующих факторах жизни растений.

В настоящее время селекционерам и семеноводам желательно иметь чёткую прогнозируемую величину индивидуальной реакции разных генотипов на окружающие условия. Сложность состоит в том, чтобы суметь оценить эту реакцию в математическом выражении [1]. Ф.М. Стрижова и В.М. Стрижов рекомендуют использовать различные методы

оценки адаптивных свойств, что дает возможность проводить более глубокую и разностороннюю оценку изучаемого материала [2].

Метод Эберхарта и Расселла (S.A. Eberhart, W.A. Russell) основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ^2_d). Первый показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания, а второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды [3].

Гомеостаз рассматривается обычно или как свойство отдельного генотипа и группы особей с одним и тем же генотипом, или как свойство популяции, состоящей из разных генотипов. Гомеостаз применительно к отдельно взятому генотипу или же гомеостаз индивидуального развития (онтогенетический, физиологический гомеостаз) понимается как буферность от-