

Нормы внесения удобрений под календулу лекарственную

Д.А. Костылев, к.с.-х.н., ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ

Внесение удобрений является одним из наиболее эффективных способов повышения урожайности и обязательным элементом технологии выращивания любых сельскохозяйственных культур. Однако в случае с лекарственными растениями повышение урожайности нередко отрицательно сказывается на качестве лекарственного сырья — содержании биологически активных соединений [1]. Внесение удобрений под лекарственное растение календулу может быть нерационально, если это уменьшает содержание биологически активных соединений в сырье. Актуальным является выявление возможности применения удобрений на посевах календулы лекарственной в условиях Южного Предуралья без снижения качества сырья.

Материалы и методы. Для выявления влияния различных норм удобрений (в том числе специально завышенных) на рост растений, формирование урожайности и на накопление экстрактивных веществ и каротиноидов в сырье календулы лекарственной был проведён полевой опыт в условиях Уфимского района Республики Башкортостан в учебно-научном центре Башкирского ГАУ. Опыт проводили с календулой лекарственной сорта Кальга.

В 2005 г. был поставлен предварительный (постановочный) опыт. Целью его было не столько установление оптимальных норм внесения удобрений (для чего позднее был проведён уточняющий опыт), сколько выявление изменения содержания биологически активных веществ в соцветиях при внесении как низких (нормальных) норм удобрений, обычно испытываемых на календуле в

опытах по повышению урожайности [2–5], так и более высоких норм, в том числе чрезмерно больших, обычно не используемых при выращивании сельскохозяйственных культур. Соответственно схема опыта включала два блока норм внесения удобрений: от $(NPK)_{30}$ до $(NPK)_{90}$ кг д.в./га и от $(NPK)_{300}$ до $(NPK)_{900}$ кг д.в./га, а также контроль (без внесения удобрений).

Уточняющий опыт был проведён в 2008 г. Он включал варианты внесения удобрений в диапазоне от $(NPK)_0$ до $(NPK)_{420}$ с шагом в 60 кг д.в./га.

Полевой опыт проводили с учётом методических требований, изложенных в методике ВИЛАРа [6].

Результаты исследований. В постановочном опыте 2005 г. удобрения значительно повлияли на биометрические показатели календулы, в частности на площадь листовой поверхности: максимум наблюдался в варианте с внесением удобрения в норме $(NPK)_{300}$, минимум — в варианте без внесения удобрений (контроль). Определение урожайности показало аналогичную тенденцию — максимальная урожайность была достигнута при внесении удобрения в норме $(NPK)_{300}$, минимальная — в варианте без внесения удобрений (табл. 1).

Интересно, что урожайность при внесении удобрений повышалась в большей степени за счёт увеличения количества формируемых соцветий, а не их массы. Увеличение нормы внесения удобрений выше $(NPK)_{300}$ привело к снижению урожайности. Связано это было как с уменьшением количества формируемых соцветий, так и с уменьшением массы одного соцветия.

Необходимо отметить, что уменьшение массы одного соцветия наблюдалось уже при увеличении

1. Структура урожайности календулы в зависимости от нормы внесения удобрений

Норма внесения, кг д.в./га	Урожайность, т/га	Количество соцветий, млн шт/га	Масса одного соцветия, г
Без внесения удобрений (контроль)	1,264	9,76	0,129
(NPK) ₃₀	1,527	11,57	0,132
(NPK) ₆₀	1,559	11,74	0,133
(NPK) ₉₀	1,565	12,50	0,125
(NPK) ₃₀₀	1,757	14,25	0,123
(NPK) ₆₀₀	1,306	11,08	0,118
(NPK) ₉₀₀	1,209	10,12	0,119
НСП ₀₅	0,142	—	—

2. Содержание экстрактивных веществ и суммы каротиноидов в соцветиях календулы в зависимости от нормы внесения удобрений, %

Норма внесения, кг д.в/га	Экстрактивные вещества, %		Сумма каротиноидов, мг%	
	дата внесения удобрений			
	05.07.05	27.09.05	05.07.05	27.09.05
Без внесения удобрений	36,30	36,90	266,35	377,52
(NPK) ₃₀	37,06	39,81	268,55	453,46
(NPK) ₆₀	37,95	40,83	316,98	563,52
(NPK) ₉₀	38,69	41,32	299,37	520,60
(NPK) ₃₀₀	40,20	41,10	235,33	391,43
(NPK) ₆₀₀	41,15	41,70	228,97	353,27
(NPK) ₉₀₀	41.86	42.60	209.89	318.38

нормы внесения удобрений выше (NPK)₆₀. Однако в вариантах с (NPK)₉₀ и (NPK)₃₀₀ урожайность не снизилась за счёт увеличения количества соцветий с 1 м². Дальнейшее повышение нормы удобрений (NPK₆₀₀ и NPK₉₀₀) привело к снижению количества соцветий, что с учётом продолжающегося снижения массы одного соцветия привело к скачкообразному снижению урожайности.

Увеличение урожайности не имеет практического значения, если сопровождается уменьшением действующих веществ, что наблюдается при выращивании некоторых лекарственных растений. Поэтому большое значение имеет выявление действия удобрений на накопление действующих веществ календулы лекарственной. Согласно фармакопейной статье «Цветки ноготков» в соцветиях календулы должно содержаться не менее 35% экстрактивных веществ, извлекаемых 70-процентным спиртом. Среди исследователей нет однозначного мнения по вопросу воздействия удобрений на этот показатель. Так, В.Б. Загуменников указывает на возможность как активирующего, так и ингибирующего воздействия минеральных удобрений на процессы накопления в растительном сырье экстрактивных веществ [4]. Вместе с тем исследования, проведённые в Мурманской области, показали, что внесение минеральных удобрений способствует увеличению накопления экстрактивных веществ у календулы [7].

Наш опыт также показал, что с повышением нормы внесения удобрений содержание экстрактивных веществ не только не снижалось, но даже несколько увеличивалось ($r = 0,749$) (табл. 2).

Также был проведён анализ содержания в соцветиях одного из основных лекарственных веществ календулы — каротиноидов. Анализ показал очень интересную закономерность. Внесение небольших норм удобрений (NPK₆₀ и NPK₉₀) повышало содержание каротиноидов (особенно в сентябре, когда выпало повышенное количество осадков). В то же время внесение повышенных норм удобрений (NPK₃₀₀ и выше) резко снижало содержание каротиноидов.

Данную закономерность мы можем объяснить следующим. Содержание каротиноидов непосредственно зависит от массы одного соцветия: у крупных соцветий большую массовую долю занимают насыщенные каротиноидами язычковые цветки. В данном опыте мы видим, что при увеличении нормы внесения удобрений до (NPK)₆₀ масса одного соцветия повышается одновременно с увеличением содержания каротиноидов, затем начинает снижаться: коэффициент корреляции между массой одного соцветия и содержанием каротиноидов составил 0,806.

Учёт структуры урожая соцветий в постановочном опыте показал необходимость дальнейшего уточнения норм внесения, с исключением из диапазона слишком высоких норм удобрений (NPK₆₀₀ и NPK₉₀₀). Уточняющий опыт был проведён в 2008 г. Данные учёта структуры урожая представлены в таблице 3. Так же как в предыдущем опыте, масса одного соцветия увеличивалась при внесении небольших норм удобрений. Однако с повышением норм удобрений масса данного соцветия начала постепенно снижаться, что, видимо,

связано с ответом растения на обратный процесс — увеличение количества цветоносов.

Тенденция увеличения количества соцветий наблюдалась до уровня внесения удобрений (NPK)₁₈₀. В данном варианте наибольшее количество соцветий обеспечило наибольшую урожайность, несмотря на некоторое уменьшение массы одного соцветия. При дальнейшем увеличении нормы удобрений количество соцветий начало снижаться, что, накладываясь на продолжающееся снижение массы одного соцветия, привело к достаточно резкому снижению урожайности, особенно в вариантах с (NPK)₃₆₀ и (NPK)₄₂₀.

Данные анализа содержания экстрактивных веществ и каротиноидов также подтвердили результаты постановочного опыта (табл. 4). Содержание экстрактивных веществ линейно повышалось ($r = 0,926$) с увеличением нормы удобрений, в то время как максимальное содержание каротиноидов наблюдалось в варианте с нормой внесения удобрений (NPK)₆₀, хорошо коррелируя с массой одного соцветия ($r = 0,908$).

Результаты данных опытов показывают, что внесение минеральных удобрений является допустимым и результативным способом повышения урожайности соцветий у календулы. Номинально удобрения повышают качество сырья календулы, определяемого содержанием экстрактивных веществ, извлекаемых 70-процентным спиртом. Фактически же для показателей, зависящих от массы одного соцветия, таких, как содержание

каротиноидов и производительность ручного сбора соцветий, имеет значение снижение массы одного соцветия при чрезмерно высоких нормах внесения удобрений. Соответственно это необходимо учитывать при выборе нормы удобрений, обеспечивающей максимальную урожайность.

Некоторые исследователи при выращивании лекарственных растений вводят понятие «выход БАВ с единицы площади», означающий компенсацию снижения содержания биологически активных веществ в сырье увеличением урожайности за счёт большего общего выхода БАВ с одного гектара [8]. Однако такой подход невыгоден перерабатывающим предприятиям, которые тратят больше реагентов для экстракции сырья с низким содержанием БАВ. Такой подход также не подходит для использования сырья в натуральном виде. Поэтому мы считаем, что для лекарственных растений можно рекомендовать к использованию в производстве лишь те нормы внесения удобрений, которые наряду с повышением урожайности не снижают по сравнению с контролем содержание БАВ. В случае с календулой целесообразно учитывать также изменение массы одного соцветия и содержание каротиноидов.

В данном опыте лучшим по урожайности был вариант с нормой внесения удобрений (NPK)₁₈₀. При максимальной урожайности воздушно-сухих соцветий 2,3 т/га этот вариант обеспечил хорошее качество сырья и по обсуждаемым здесь показателям — содержание каротиноидов и масса одного

3. Структура урожайности календулы в зависимости от нормы внесения удобрений

Норма внесения, кг д.в./га	Урожайность, т/га	Количество соцветий, млн шт/га	Масса одного соцветия, г
Без внесения удобрений (контроль)	1,073	9,259	0,116
(NPK) ₆₀	1,397	10,025	0,139
(NPK) ₁₂₀	1,725	12,678	0,136
(NPK) ₁₈₀	2,317	17,593	0,132
(NPK) ₂₄₀	1,972	15,776	0,125
(NPK) ₃₀₀	1,851	15,024	0,123
(NPK) ₃₆₀	1,286	10,798	0,119
(NPK) ₄₂₀	0,947	8,993	0,105
HCP ₀₅	0,211	—	—

4. Содержание экстрактивных веществ и каротиноидов в соцветиях календулы в зависимости от норм внесения удобрений

Норма внесения, кг д.в/га	Экстрактивные вещества, %		Сумма каротиноидов, мг%	
	дата внесения удобрений			
	12.07.08	16.09.08	12.07.08	16.09.08
Без внесения удобрений	36,75	37,21	230,21	282,65
(NPK) ₆₀	37,91	38,50	257,80	308,52
(NPK) ₁₂₀	38,02	38,71	248,55	302,17
(NPK) ₁₈₀	38,78	39,37	250,13	297,94
(NPK) ₂₄₀	38,93	39,12	237,87	284,33
(NPK) ₃₀₀	39,09	40,21	229,43	290,35
(NPK) ₃₆₀	39,84	40,49	230,19	274,57
(NPK) ₄₂₀	40,14	40,35	221,72	260,28

соцветия были существенно выше, чем в контроле (без внесения удобрений). Соответственно вариант с нормой внесения удобрений (NPK)₁₈₀ в нашем опыте отвечал поставленным условиям и может быть рекомендован для производства. Вместе с тем при целевом выращивании календулы для получения максимального выхода каротиноидов (например, для сырья для пищевых красителей) целесообразно использовать меньшую норму внесения удобрений – (NPK)₆₀.

Выводы. Внесение минеральных удобрений является допустимым способом увеличения урожайности календулы, так как повышает содержание экстрактивных веществ, извлекаемых 70-процентным спиртом. Внесение минеральных удобрений нормой (NPK)₁₈₀ увеличило урожайность соцветий календулы на 116%. Максимальная масса одного соцветия (0,139 г) и максимальное содержание каротиноидов (308,5 мг%) наблюдались при внесении удобрений нормой (NPK)₆₀.

Литература

1. Шаин С.С. Управление модификационной изменчивостью качества сырья лекарственных и эфиромасличных растений // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: матер. III Междунар. науч.-производств. конф. Пенза, 2000. Т. 1. С. 24–25.
2. Пучин В.М., Ловяников П.Т., Брыкин А.И. и др. Об интенсификации производства соцветий ноготков лекарственных // Вопросы лекарственного растениеводства: сб. науч. тр. М.: ВИЛР, 1980. С. 169–173.
3. Cercetari privind optimizarea fertilizarii la *Calendula officinalis* L., cu influente asupra productiei si a continutului de principii active / I. Borcean, V. Tabara, S. Lazar, P. Pirsan // *Herba romana*. 1988. N 8. P. 49–52.
4. Загуменников В.Б. Оптимизация культивирования лекарственных растений в Нечерноземной зоне России. М.: Вилар, 2006. 76 с.
5. Карпинская Е.В. Биологические особенности и элементы технологии выращивания календулы лекарственной и базилика благородного в Белоруссии: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М., 2008. 28 с.
6. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство. Обзорная информация. М.: ЦБНТИ Медицинская промышленность, 1981. 60 с.
7. Горелова А.П., Тростенюк Н.Н. Морфобиологические и биохимические особенности календулы лекарственной в зависимости от режима питания // Интродукционные исследования на Кольском Севере. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1994. С. 54–65.
8. Шуклин Ю.И., Полуденный Л.В., Цицилин А.Н. Накопление действующих веществ в сырье золотарника канадского при возделывании в условиях Нечернозёмной зоны России // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: матер. докл. второго междунар. симпоз. Пушино, 1997. Т. 2. С. 127.