

УДК 633.88:631.81

## УРОЖАЙ СЫРЬЯ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ И СОДЕРЖАНИЕ В НЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК АЗОТОМ, МАРГАНЦЕМ И ЦИНКОМ

Е. Ю. БАБАЕВА, В. Ф. ВОЛОБУЕВА, В. А. СТИХИН,  
Б. А. ЯГОДИН, Г. И. КЛИМАХИН

(Кафедра агрохимии)

Представлены результаты исследований влияния макро- и микро-элементов на урожай и качество сырья эхинацеи пурпурной. Показано, что некорневые подкормки мочевиной, растворами  $MnSO_4$  и  $ZnSO_4$  повышают продуктивность культуры и выход действующих веществ. Установлено, что наилучшими концентрациями являются 2% раствор мочевины, 0,05% раствор  $MnSO_4$  и 0,1% раствор  $ZnSO_4$ . Обработку проводят в оптимальные фенологические фазы: мочевиной — в фазу розетки, марганцем и цинком — в фазу бутонизации.

Растения традиционно являются ценными и во многих случаях единственными источниками сырья для получения лекарственных форм с высокой терапевтической активностью и широким спектром действия. Несмотря на значительные успехи химии в создании лечебных средств, препараты из растений и в настоящее время сохранили свою актуальность при лечении различных заболеваний, их номенклатура постоянно обновляется и расширяется. В связи с этим интенсифицируется производство ценных традиционных лекарственных культур, интродуцируются новые виды [2, 3].

В последние годы наблюдается рост числа заболеваний воспалительного и деструктивного характера, которые сопровождаются развитием иммунодефицитных состояний. В связи с этим расширяется спрос на иммуномодуляторы. Одним из растений, обладающих иммуномодулирующими свойствами, является эхинацея пурпурная — *Echinacea purpurea* Moench. (L), многолетнее травянистое растение семейства Астровые. Показано, что в сырье эхинацеи содержатся полисахариды, производные оксикоричных кислот, алкиламида ненасыщенных кислот, главным образом изобу-

тиламида [5, 6]. Фармакологический эффект препаратов из эхинацеи обусловлен влиянием указанных веществ на рост и созревание Т- и В-лимфоцитов, активность цитотоксических клеток и природных киллеров за счет повышения содержания в крови интерлейкина-1 и интерлейкина-2.

Эхинацея пурпурная возделывается в Краснодарском крае, на Украине, в Белоруссии. Вопросам выращивания ее в Нечерноземной зоне РФ уделялось недостаточное внимание. Практически отсутствуют сведения о влиянии макро- и микроэлементов на урожай и накопление биологически активных соединений растением. В связи с этим в задачу наших исследований входило изучить влияние некорневых подкормок азотом, марганцем, цинком на продуктивность растений и содержание действующих веществ в сырье данной культуры.

### Методика

Опыты проводили в 1996—1998 гг. в поле севооборота лаборатории агротехники и агрохимии ВИЛАР. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН 6,5,  $N_1$  — 1,8 мг экв на 100 г, содержание гумуса — 2,9%,  $P_2O_5$  — 150 мг/кг,  $K_2O$  — 160 мг/кг. Учетная площадь делянки 16,8 м<sup>2</sup>, повторность — 4-кратная. Агротехника общепринятая для пропашных культур. В качестве основного удобрения вносили нитрофоску из расчета 90 кг/га по действующему веществу под предпосевную культивацию. При изучении влия-

ния подкормки азотом (*опыт 1*) использовали 1% и 2% растворы мочевины. Концентрации Mn и Zn в растворах сульфатов этих элементов для некорневых подкормок (*опыты 2 и 3*) составляли 0,01%, 0,05% и 0,1%. Некорневую обработку проводили в различные фенологические фазы: розетки, бутонизации и цветения главного побега. Наступление фаз определяли согласно «Методике исследований при интродукции лекарственных растений» [4]. По этой же методике проводили биометрические измерения, выборка — 30 растений. Растворы вносили с помощью ручного опрыскивателя из расчета 600 л/га.

Сырьем у эхинацеи пурпурной является верхняя облиственная цветущая часть генеративного побега. Массовое цветение в Нечерноземной зоне начинается со второго года вегетации. Сырье измельчали и высушивали в сушилке типа «Лесничанка» при температуре 60° С. Сумму производных оксикоричных кислот в пересчете на цикориевую кислоту определяли согласно ВФС 42-2371-94. Математическую обработку данных проводили методами интервальной оценки параметров распределения при помощи t-критерия и дисперсионного анализа на ПК.

### Результаты и их обсуждение

В производстве для получения препаратов используется сухая масса травы эхинацеи пурпурной. Как показали результаты биометрических измерений, увеличение надземной массы в зависимости от возраста растений происходит вследствие заложения пазушных

Таблица 1

Биометрия растений при некорневых подкормках растворами  $MnSO_4$ 

Вариант	Высота, см	Число розеток, шт.	Число генеративных побегов, шт.	Число пазушных побегов, шт.	Масса надземных органов, г	Масса подземных органов, г
<i>Фаза розетки</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,6
H <sub>2</sub> O	<u>77,8±1,7</u>	<u>4,2±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,5±2,4</u>	<u>4,8±0,4</u>
	80,3±1,8	5,0±0,7	2,6±0,7	4,4±0,7	24,6±2,5	9,5±2,6
MnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	<u>84,1±1,8</u>	<u>4,6±0,5</u>	<u>3,9±0,6</u>	<u>5,3±0,5</u>	<u>31,9±2,5</u>	<u>11,2±0,5</u>
	88,0±1,8	5,3±0,8	5,1±0,6	6,5±0,7	37,1±2,6	19,5±2,7
0,05%	<u>87,2±1,9</u>	<u>4,5±0,6</u>	<u>4,0±0,7</u>	<u>5,5±0,5</u>	<u>32,0±2,4</u>	<u>11,6±0,5</u>
	92,7±1,9	5,4±0,7	6,1±0,8	7,8±0,8	42,4±2,7	20,9±2,8
0,1%	<u>83,7±1,8</u>	<u>4,6±0,7</u>	<u>3,8±0,6</u>	<u>5,1±0,4</u>	<u>30,3±2,6</u>	<u>10,8±0,6</u>
	86,1±1,8	5,2±0,7	4,4±0,7	6,2±0,7	37,5±2,7	19,3±2,7
<i>Фаза бутонизации</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
H <sub>2</sub> O	<u>78,1±1,8</u>	<u>4,3±0,5</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,3±0,4</u>	<u>19,0±2,4</u>	<u>5,0±0,4</u>
	80,8±1,8	5,1±0,7	2,5±0,6	4,5±0,7	24,7±2,6	9,5±2,6
MnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	<u>82,3±1,8</u>	<u>4,2±0,7</u>	<u>3,6±0,7</u>	<u>5,0±0,5</u>	<u>29,3±2,5</u>	<u>10,2±0,6</u>
	85,8±1,7	5,1±0,7	4,3±0,7	5,7±0,7	37,8±2,7	18,8±2,7
0,05%	<u>90,0±1,8</u>	<u>4,6±0,6</u>	<u>5,7±0,6</u>	<u>6,6±0,5</u>	<u>38,0±2,6</u>	<u>12,9±0,6</u>
	90,3±1,8	5,4±0,8	5,7±0,6	6,7±0,7	38,0±2,7	20,0±2,7
0,1%	<u>83,6±1,7</u>	<u>4,8±0,5</u>	<u>3,5±0,6</u>	<u>4,8±0,4</u>	<u>29,0±2,5</u>	<u>9,9±0,5</u>
	84,6±1,8	5,2±0,7	3,9±0,5	5,2±0,6	36,8±2,5	18,0±2,6
<i>Фаза цветения</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
H <sub>2</sub> O	<u>76,9±1,7</u>	<u>4,5±0,7</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,2±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	80,5±1,8	5,2±0,6	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,5±2,6
MnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	<u>81,5±1,6</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>3,2±0,6</u>	<u>4,7±0,5</u>	<u>28,9±2,4</u>	<u>9,6±0,4</u>
	85,0±1,7	5,3±0,7	4,0±0,7	6,2±0,7	37,6±2,5	18,6±2,7
0,05%	<u>85,4±1,7</u>	<u>4,8±0,7</u>	<u>3,7±0,6</u>	<u>5,0±0,4</u>	<u>29,3±2,5</u>	<u>10,2±0,6</u>
	84,4±1,8	5,3±0,7	3,8±0,6	5,2±0,6	36,2±2,6	17,9±2,6
0,1%	<u>80,3±1,8</u>	<u>4,1±0,6</u>	<u>3,0±0,5</u>	<u>4,0±0,5</u>	<u>26,3±2,4</u>	<u>8,5±0,5</u>
	82,9±1,7	5,3±0,8	3,6±0,7	5,0±0,6	35,9±2,6	17,3±2,7

Примечание: Здесь и в табл. 2 и 3 в числителе растения 2-го года вегетации, в знаменателе — 3-го года. Измерения проведены перед уборкой.

Таблица 2

Биометрия растений при некорневых подкормках растворами  $ZnSO_4$ 

Вариант	Высота, см	Число розеток, шт.	Число генеративных побегов, шт.	Число пазушных побегов, шт.	Масса надземных органов, г	Масса подземных органов, г
<i>Фаза розетки</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
H <sub>2</sub> O	<u>77,8±1,7</u>	<u>4,0±0,7</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,5±2,4</u>	<u>4,9±0,4</u>
	80,3±1,8	5,0±0,7	2,6±0,7	4,4±0,7	24,6±2,5	9,5±2,6
ZnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	<u>84,1±1,7</u>	<u>4,6±0,6</u>	<u>3,4±0,6</u>	<u>3,4±0,5</u>	<u>27,0±2,5</u>	<u>8,5±0,6</u>
	82,0±1,7	5,4±0,8	3,5±0,6	5,0±0,8	29,2±2,4	16,8±2,7
0,05%	<u>82,0±1,6</u>	<u>4,2±0,7</u>	<u>3,7±0,7</u>	<u>4,4±0,4</u>	<u>31,0±2,4</u>	<u>10,1±0,6</u>
	84,1±1,7	5,3±0,8	3,9±0,5	5,8±0,7	33,2±2,5	17,9±2,7
0,1%	<u>85,4±1,7</u>	<u>4,3±0,5</u>	<u>4,0±0,5</u>	<u>5,4±0,4</u>	<u>34,9±2,4</u>	<u>10,9±0,6</u>
	87,5±1,7	5,3±0,7	4,0±0,6	6,8±0,7	35,9±2,5	18,4±2,7
<i>Фаза бутонизации</i>						
Без обработки	<u>74,6±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
H <sub>2</sub> O	<u>78,1±1,8</u>	<u>4,2±0,7</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,3±0,4</u>	<u>19,0±2,4</u>	<u>5,0±0,4</u>
	80,8±1,7	5,1±0,7	2,5±0,6	4,5±0,7	24,7±2,6	9,5±2,6
ZnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	<u>81,6±1,7</u>	<u>4,5±0,8</u>	<u>3,2±0,5</u>	<u>3,2±0,4</u>	<u>25,0±2,5</u>	<u>8,0±0,7</u>
	82,0±1,8	5,2±0,8	3,6±0,7	5,1±0,8	29,2±2,5	17,0±2,6
0,05%	<u>83,8±1,7</u>	<u>4,3±0,7</u>	<u>4,2±0,6</u>	<u>4,3±0,4</u>	<u>31,2±2,4</u>	<u>11,2±0,6</u>
	88,0±1,6	5,4±0,8	4,3±0,5	6,1±0,6	36,4±2,6	19,0±2,7
0,1%	<u>88,0±1,6</u>	<u>4,6±0,7</u>	<u>4,8±0,6</u>	<u>5,6±0,5</u>	<u>36,7±2,5</u>	<u>12,0±0,5</u>
	90,4±2,0	5,4±0,7	5,3±0,5	6,9±0,6	37,6±2,5	19,7±2,7
<i>Фаза цветения</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
H <sub>2</sub> O	<u>76,9±1,7</u>	<u>4,3±0,7</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,2±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>5,0±0,4</u>
	80,5±1,8	5,2±0,6	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,5±2,6
ZnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	<u>80,5±1,6</u>	<u>4,2±0,5</u>	<u>3,2±0,6</u>	<u>3,1±0,4</u>	<u>25,0±2,4</u>	<u>7,9±0,5</u>
	83,7±1,7	5,5±0,7	4,0±0,6	5,8±0,7	31,0±2,5	18,2±2,7
0,05%	<u>84,0±1,7</u>	<u>4,5±0,7</u>	<u>3,1±0,6</u>	<u>3,5±0,4</u>	<u>28,7±2,5</u>	<u>9,2±0,5</u>
	85,0±1,7	5,3±0,7	3,9±0,7	5,9±0,7	33,6±2,6	18,6±2,7
0,1%	<u>83,8±1,7</u>	<u>4,5±0,7</u>	<u>3,2±0,5</u>	<u>3,3±0,5</u>	<u>26,6±2,4</u>	<u>8,4±0,4</u>
	83,0±1,6	5,3±0,8	3,7±0,6	5,4±0,6	30,9±2,5	17,8±2,7

Таблица 3

## Биометрия растений при некорневых подкормках растворами мочевины

Вариант	Высота, см	Число розеток, шт.	Число генеративных побегов, шт.	Число пазушных побегов, шт.	Масса надземных органов, г	Масса подземных органов, г
<i>Фаза розетки</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
Н <sub>2</sub> O	<u>77,8±1,7</u>	<u>4,7±0,7</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,2±0,4</u>	<u>18,5±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	80,3±1,8	5,2±0,7	2,6±0,7	4,4±0,7	24,6±2,5	9,5±2,6
Мочевина 1%	<u>82,8±1,5</u>	<u>4,2±0,6</u>	<u>3,4±0,6</u>	<u>4,5±0,4</u>	<u>29,2±2,5</u>	<u>10,2±0,5</u>
	83,6±1,7	5,3±0,7	3,6±0,6	5,1±0,7	30,2±2,5	17,8±2,7
— » — 2%	<u>84,0±2,0</u>	<u>4,6±0,7</u>	<u>3,9±0,7</u>	<u>5,0±0,5</u>	<u>31,7±2,4</u>	<u>10,9±0,5</u>
	88,0±1,8	5,2±0,8	4,4±0,7	6,0±0,8	36,4±2,7	19,0±2,6
<i>Фаза бутонизации</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
Н <sub>2</sub> O	<u>78,1±1,8</u>	<u>4,3±0,8</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,2±0,4</u>	<u>19,0±2,5</u>	<u>5,0±0,4</u>
	80,8±1,8	5,3±0,7	2,5±0,6	4,5±0,7	24,7±2,6	9,5±2,6
Мочевина 1%	<u>81,8±1,5</u>	<u>4,7±0,6</u>	<u>3,2±0,6</u>	<u>3,4±0,5</u>	<u>26,3±2,4</u>	<u>8,1±0,5</u>
	82,7±1,7	5,5±0,7	3,5±0,6	5,9±0,7	29,0±2,5	17,1±2,8
— » — 2%	<u>87,5±1,7</u>	<u>4,3±0,5</u>	<u>5,6±0,7</u>	<u>5,8±0,5</u>	<u>36,6±2,5</u>	<u>11,7±0,4</u>
	88,2±1,8	5,7±0,6	5,7±0,7	7,4±0,8	36,4±2,7	19,0±2,8
<i>Фаза цветения</i>						
Без обработки	<u>76,4±1,7</u>	<u>4,3±0,6</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,0±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	78,5±1,9	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,4±2,7
Н <sub>2</sub> O	<u>76,9±1,7</u>	<u>4,5±0,7</u>	<u>2,0±0,6</u>	<u>2,2±0,4</u>	<u>18,0±2,5</u>	<u>4,8±0,4</u>
	80,5±1,8	5,1±0,8	2,5±0,7	4,3±0,8	24,0±2,6	9,5±2,6
Мочевина 1%	<u>82,0±1,6</u>	<u>4,0±0,5</u>	<u>3,2±0,7</u>	<u>3,2±0,7</u>	<u>26,4±2,4</u>	<u>8,1±0,5</u>
	82,1±1,7	5,4±0,7	3,5±0,6	4,9±0,6	28,9±2,7	17,0±2,9
— » — 2%	<u>85,5±1,8</u>	<u>4,6±0,7</u>	<u>4,6±0,7</u>	<u>4,9±0,5</u>	<u>30,2±2,5</u>	<u>10,9±0,6</u>
	86,6±1,7	5,7±0,6	4,7±0,6	6,0±0,7	34,6±2,6	17,9±2,9

почек на корневище. Из них образуются розетки, дающие генеративные побеги с находящимися на них боковыми (пазушными) побегами. Некорневые подкормки азотом, марганцем, цинком достоверно увеличивают массу растений по сравнению с контролем

независимо от фазы обработки и года возделывания (табл. 1—3). Во всех опытных вариантах возрастает высота растений, число генеративных и пазушных побегов, что закономерно приводит к увеличению надземной массы. На 2-й год вегетации при некор-

невой подкормке растений мочевиной наибольший прирост надземной массы был при использовании 2% раствора мочевины в фазу бутонизации. Следует отметить, что самыми благоприятными фазами обработки 2% мочевиной на 3-й год вегетации являются фазы розетки и бутонизации. Данные варианты отличаются максимальным приростом сухой массы по сравнению с контролем.

Некорневая подкормка растворами  $MnSO_4$  дает существенное возрастание надземной массы растений на 2-й и 3-й годы вегетации. При этом в оба года оптимальной является 0,05% концентрация раствора. Характер зависимости данного показателя от фазы обработки растений по годам не всегда был однозначным и стабильным. Четкой закономерности здесь не прослеживается. Так, у растений 2-го года вегетации масса достоверно увеличилась при обработке в фазу бутонизации, а у растений 3-го года — в фазу розетки.

Что касается обработки растений растворами  $ZnSO_4$ , то наибольший рост основных биометрических показателей и надземной массы в оба года происходил в фазу бутонизации при использовании 0,1% раствора.

Представляет интерес изучение динамики накопления массы подземными органами эхинацеи, которые также могут служить сырьем для производства препаратов, ведется разработка документации. Отмечается значительное увеличение их массы на 3-й год вегетации вследствие нарастания корневища и отходящих от него придаточных корней. Если

на 2-й год вегетации доля подземных органов в общей биомассе составляла 20—26%, то к 3-му году она достигала 34—37%. У растений 2-го года в зависимости от концентрации растворов изучаемых микроэлементов существенное нарастание надземных и подземных органов коррелировало между собой, в то время как у растений 3-го года существенных различий по массе подземных органов в зависимости от концентрации растворов не наблюдается.

Такая же закономерность установлена в изменении урожая сухой массы эхинацеи пурпурной по всем вариантам. Некорневая подкормка растений азотом достоверно увеличивала урожай травы независимо от года выращивания и фазы обработки; по сравнению с контролем рост в среднем составил 1,7—2,4 раза (табл. 4). Наиболее перспективным по повышению продуктивности данной культуры является вариант с применением 2% раствора мочевины. Следует подчеркнуть достоверность влияния фазы обработки на урожай. Максимальное его повышение наблюдалось в варианте с обработкой растений 2% раствором мочевины в фазах розетки и бутонизации, где в среднем прибавка составила 6,9 кг/дел. Использование мочевины данной концентрации в фазу цветения главного побега приводило к снижению продуктивности эхинацеи.

Применение  $MnSO_4$  также приводило к существенному возрастанию продуктивности эхинацеи пурпурной. Однако увеличение концентрации растворов

Урожай травы эхнацен при некорневых подкормках в разные фазы (кг на деланку)

Вариант	1966 г. — 2-й год вегетации			1997 г. — 3-й год вегетации			1998 г. — 4-й год вегетации		
	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Без обработки	4,9			5,4			5,3		
H <sub>2</sub> O	5,1	5,1	5,1	5,5	5,6	5,5	5,7	5,7	5,8
Мочевина 1%	10,9	9,2	9,2	11,1	10,6	10,5	11,1	10,5	10,4
— » — 2%	11,3	12,2	11,1	12,5	12,5	11,5	12,3	12,5	11,4
НСР <sup>A</sup> <sub>05</sub> /НСР <sup>B</sup> <sub>05</sub>	0,8/0,5			0,2/0,2			0,4/0,3		
Без обработки	4,9			5,4			5,3		
H <sub>2</sub> O	5,1	5,1	5,1	5,5	5,6	5,5	5,7	5,7	5,8
MnSO <sub>4</sub> :									
0,01%	11,7	10,7	10,0	13,2	12,3	12,1	13,4	12,5	12,2
0,05%	12,1	13,6	10,7	14,4	13,6	11,2	14,8	14,2	12,6
0,1%	11,1	10,1	9,1	12,8	11,5	10,8	13,2	12,3	11,0
НСР <sup>A</sup> <sub>05</sub> /НСР <sup>B</sup> <sub>05</sub>	0,7/0,5			0,7/0,5			0,3/0,2		
Без обработки	4,9			5,4			5,3		
H <sub>2</sub> O	5,1	5,1	5,1	5,5	5,6	5,5	5,7	5,7	5,8
ZnSO <sub>4</sub> :									
0,01%	9,8	9,6	9,6	10,2	10,5	11,6	10,6	10,6	11,8
0,05%	10,7	11,7	9,9	11,5	12,6	12,0	11,7	13,1	12,7
0,1%	11,2	12,9	9,8	11,9	13,3	11,4	13,1	14,6	13,4
НСР <sup>A</sup> <sub>05</sub> /НСР <sup>B</sup> <sub>05</sub>	0,4/0,5			0,4/0,4			0,3/0,2		

Примечание. В табл. 4—6 НСР<sup>A</sup><sub>05</sub> — по некорневым подкормкам, НСР<sup>B</sup><sub>05</sub> — по фазам вегетации.

не всегда сопровождалось повышением массы травы эхинацеи. Преимущество имеет обработка растений 0,05% раствором. В данном варианте урожай получен в 2,4—2,6 раза выше контрольного. При использовании растворов других концентраций продуктивность соответственно возросла лишь в 2,1—2,2 раза.

Отчетливо прослеживается влияние фаз обработки. Наибольший урожай отмечен на 2-й год вегетации при некорневой подкормке в фазу бутонизации: прибавка к контролю составила 8,6 кг/дел. Обработка в фазу розетки давала лучшие результаты на 3-й и 4-й годы: превышение над контролем — соответственно на 8,9 и 9,2 кг/дел.

Некорневая подкормка растений растворами  $ZnSO_4$  также способствовала росту продуктивности эхинацеи с увеличением концентрации раствора независимо от года возделывания и фазы обработки. Исключение составили данные по второму году вегетации культуры, где не наблюдалось существенных различий между вариантами при обработке растений в фазу цветения. Следует подчеркнуть, что стабильным увеличением массы по годам характеризовался вариант с внесением некорневой подкормки 0,1% раствором в фазу бутонизации.

Дисперсионный анализ позволяет устанавливать не только достоверность, но и силу влияния регулируемых и нерегулируемых в опыте факторов на результативный признак. В течение 3 лет проведения эксперимента влияние не-

корневых подкормок на урожай был выше 90%.

Положительное действие растворов мочевины и микроэлементов на урожай травы эхинацеи обусловлено ускорением роста и развития растений, что обеспечивает высокие прибавки урожая изучаемой культуры.

Важным показателем качества сырья эхинацеи пурпурной является содержание в нем производных оксикоричных кислот. Количество действующих веществ в сырье влияет на скорость выделения субстанции. В конечном итоге это сказывается на производстве препарата. В наших опытах все сырье соответствует ВФС 42-2371-94. Обработка растений перечисленными выше растворами повышает содержание в сырье биологически активных соединений (табл. 5). Превышение этого показателя по сравнению с контролем составляет: по вариантам с мочевиной — 0,15—1,31%, с растворами  $MnSO_4$  — 0,36—1,72% и  $ZnSO_4$  — 0,23—0,99%. При обработке растений мочевиной лучшим выходом действующих веществ отличается вариант с внесением 2% раствора в фазу розетки, содержание производных оксикоричных кислот было в 1,5 раза больше, чем в контроле.

Известно, что ионы  $Mn^{2+}$  принимают участие в начальных этапах биосинтеза фенольных соединений [1]. Это, вероятно, влияет на накопление оксикоричных кислот и их производных в траве эхинацеи. Сырье, обработанное 0,05% раствором  $MnSO_4$  в фазу бутонизации, характеризуется наиболее



Содержание суммы производных оксикоричных кислот в сырье эхинацеи при некорневых подкормках (% на абсолютно сухое вещество)

Вариант	1996 г. — 2-й год вегетации			1997 г. — 3-й год вегетации		
	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Без обработки	2,50			2,43		
H <sub>2</sub> O	2,57	2,29	2,65	2,50	2,38	2,48
Мочевина 1%	2,82	2,65	2,93	2,85	2,64	2,83
— » — 2%	3,71	3,06	3,11	3,74	3,10	3,24
HCP <sub>05</sub> <sup>A</sup> /HCP <sub>05</sub> <sup>B</sup>	0,02/0,01			0,12/0,08		
Без обработки	2,50			2,43		
H <sub>2</sub> O	2,57	2,29	2,65	2,50	2,38	2,48
MnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	3,62	2,96	3,25	3,30	3,12	3,18
0,05%	3,18	4,22	4,22	3,29	3,86	3,72
0,1%	2,86	2,89	3,53	2,92	3,19	3,48
HCP <sub>05</sub> <sup>A</sup> /HCP <sub>05</sub> <sup>B</sup>	0,02/0,01			0,09/0,05		
Без обработки	2,50			2,43		
H <sub>2</sub> O	2,57	2,28	2,65	2,50	2,38	2,48
ZnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	2,73	2,74	2,91	2,75	2,79	3,04
0,05%	3,10	3,14	3,28	3,24	3,30	3,42
0,1%	2,96	2,76	2,83	3,17	3,27	3,37
HCP <sub>05</sub> <sup>A</sup> /HCP <sub>05</sub> <sup>B</sup>	0,02/0,01			0,07/0,05		

высоким содержанием суммы производных оксикоричных кислот. Дальнейшее повышение концентрации оказывает негативное воздействие не только на урожай, но и на содержание в нем действующих веществ. В отношении некорневых подкормок растений эхинацеи растворами ZnSO<sub>4</sub> можно отметить зависимость накопления биологически активных соединений от концентрации раствора и фазы обработки. Некорневая подкормка 0,05% раствором

ZnSO<sub>4</sub> незадолго до уборки достоверно повышает содержание суммы производных оксикоричных кислот у растений 2-го и 3-го годов вегетации. Вероятно, цинк быстро включается в работу ферментных систем, влияющих на образование фенилпропаноидов.

Что касается общего сбора сырья с единицы площади, то увеличение данного показателя неоднозначно коррелирует с урожайностью и содержанием биологически активных соединений

(табл. 6). Так, в опыте с мочевиной наибольшим выходом суммы производных оксикоричных кислот с делянки характеризуется вариант с обработкой растений

2% раствором в фазу розетки, что в большей степени обусловлено содержанием биологически активных соединений, а не урожаем по данному варианту.

Т а б л и ц а 6

Общий сбор суммы производных оксикоричных кислот с делянки  
(г на делянку)

Вариант	1996 г. — 2-й год вегетации			1997 г. — 3-й год вегетации		
	розетка	бутонизация	цветение	розетка	бутонизация	цветение
Без обработки	123,5			130,0		
H <sub>2</sub> O	129,8	115,6	135,5	136,8	131,7	136,0
Мочевина 1%	306,3	242,5	269,3	315,5	280,6	296,0
— » — 2%	420,8	374,6	344,9	469,8	387,4	370,9
HCP <sub>05</sub> <sup>A</sup> /HCP <sub>05</sub> <sup>B</sup>	23,8/16,0			15,3/7,9		
Без обработки	123,5			130,0		
H <sub>2</sub> O	129,8	115,6	135,5	136,8	131,7	136,0
MnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	424,1	318,0	326,3	434,1	38,2	384,1
0,05%	384,6	571,7	452,4	473,2	524,2	419,4
0,1%	318,3	293,8	337,0	374,1	368,6	376,0
HCP <sub>05</sub> <sup>A</sup> /HCP <sub>05</sub> <sup>B</sup>	19,2/13,7			23,4/16,2		
Без обработки	123,5			130,0		
H <sub>2</sub> O	129,8	115,6	135,5	136,8	131,7	136,0
ZnSO <sub>4</sub> :						
0,01%	268,8	263,0	278,2	280,8	293,4	352,8
0,05%	329,7	366,8	325,6	370,5	417,2	408,9
0,1%	331,2	357,6	276,3	375,3	435,2	383,3
HCP <sub>05</sub> <sup>A</sup> /HCP <sub>05</sub> <sup>B</sup>	11,1/13,2			11,4/11,7		

Такая же зависимость отмечается и в опыте с растворами MnSO<sub>4</sub>. Максимальный сбор биологически активных соединений отмечается при обработке растений в фазу бутонизации 0,05% раствором независимо от года вегетации. Однако, если в 1997 г.

увеличение выхода действующих веществ с единицы площади в большей степени связано с концентрацией их в сырье, то в 1996 г — и с максимальным урожаем, и с высокой концентрацией производных оксикоричных кислот.

В опыте с цинком общий сбор с деланки также является интегрированным показателем продуктивности растений и содержания в сырье действующих веществ, но зависимость между ними всеми несколько иная. Как указывалось ранее, наиболее высоким содержанием биологически активных соединений характеризуется вариант с обработкой 0,05% раствором  $ZnSO_4$  в фазу цветения, в то же время лучшие урожайные данные получены при некорневой подкормке 0,1% раствором в фазу бутонизации. В этом случае на выход действующих веществ с единицы площади урожай оказался больше влияние, чем количество биологически активных веществ в сырье. В связи с этим максимальный сбор производных оксикоричных кислот отмечается в варианте с обработкой растений в фазу бутонизации 0,1% раствором  $ZnSO_4$ .

### Выводы

1. Некорневая подкормка мочевиной, марганцем и цинком существенно повышала урожай сухой массы эхинацеи пурпурной. Наилучшими являются 2% раствор мочевины, 0,05% раствор  $MnSO_4$  и 0,1% раствор  $ZnSO_4$ ; увеличение продуктивности растений по сравнению с контролем составило соответственно 2,1—2,4; 2,4—2,5 и 2,2—2,4 раза.

2. Отмечена корреляция между урожаем травы эхинацеи и биометрическими показателями растений: количеством генеративных

и пазушных побегов, массой надземных органов.

3. Содержание биологически активных соединений в сырье эхинацеи пурпурной при некорневой подкормке мочевиной, марганцем и цинком увеличивалось во всех вариантах. Максимальные показатели получены при обработке растений 2% раствором мочевины в фазу розетки, 0,05% раствором  $MnSO_4$  в фазу бутонизации и 0,05% раствором  $ZnSO_4$  в фазу цветения.

4. Применение эффективных доз изучаемых макро- и микроэлементов в определенные фенологические фазы способствовало повышению общего сбора биологически активных соединений с единицы площади. Обработка растений 2% раствором мочевины в фазу розетки приводила к росту общего сбора в 3,3—3,5 раза, 0,05% раствором  $MnSO_4$  в фазу бутонизации — в 4,5—3,9 раза, 0,1% раствором  $ZnSO_4$  в ту же фазу — в 2,9—3,3 раза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Запрудников М. Н. Фенольные соединения. М.: Наука, 1993. —
2. Колбасина Э. И. Интродукция видов актинидии в условиях Подмосковья. — В сб. Всероссийской научно-производственной конференции «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений». Пенза, 1998, т. 2, с. 16. —
3. Кытина М. А. Некоторые биологические особенности кохии веничной при ее интродукции в Москве. — В сб. Всероссийской научно-производ-

ственной конференции «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений». Пенза, 1998, т. 2, с. 45. — 4. Майсурадзе Н. И., Киселев В. П., Черкасов О. А. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. Обзорн. информация № 3: М.: ВИЛР. 1984. — 5. Самородов В. Н., Поспелов С. В.,

Моисеева Г. Ф., Серeda А. В. Фитохимический состав представителей рода эхинацея (*Echinacea Moench*) и его фармакологические свойства. — Химико-фармацевт. ж., т. 30, № 4, с. 32—37. — 6. Von Rudolf Bauer. Pharmazeutische Biologie, 1994, № 2, s. 18—27.

*Статья поступила 15 декабря 1998 г.*

### SUMMARY

Results of studying the effect of nitrogen and microelements on yield and quality of raw materials of *Echinacea purpurea* Moench. (1) are presented. Raw materials are used for producing preparations of immunostimulating effect. It is shown that leaf spray dressings with urea solutions,  $MnSO_4$  and  $ZnSO_4$  increase productivity of the crop and output of biologically active compounds. An raw materials of *Echinacea* the amount of derivaties of oxycinnamom acids is determined in conversion to chicory acid.