



БИБЛИОТЕКА DISSERTATIO

Др Милица Аћимовић

Анис (*Pimpinella anisum* L.)

Anise (*Pimpinella anisum* L.)



Задужбина Андрејевић

Библиотека DISSERTATIO



Издавач: ЗАДУЖБИНА АНДРЕЈЕВИЋ

11120 Београд, Држићева 11
тел./факс: 011/3862-430, 2401-045
e-mail: zandrejevic@gmail.com
www.zandrejevic.rs

**За издавача,
главни и одговорни уредник**
Проф. др Коста Андрејевић

**Редакцијски одбор
Библиотеке DISSERTATIO**
Проф. др Живан Максимовић,
председник
Проф. др Мирјана Ротер Благојевић,
потпредседница
Проф. др Теодора Бељић Живковић
Проф. др Душан Иванић
Проф. др Илија Кајтез
Проф. др Борис Лончар
Проф. др Срђан Марковић
Проф. др Душанка Милојковић-
Опсеница
Проф. др Радмила Николић
Проф. др Весна Ракић-Водинелић
Проф. др Татјана Стародубцев
Проф. др Борислав Стојков
Проф. др Данијел Цвјетићанин

Аутор
Др Милица Аћимовић
Анис (Pimpinella anisum L.)

Оцена научног дела
Проф. др Љиљана Николић

Рецензенти
Др Снежана Трифуновић,
виши научни сарадник
Др Ненад Трукуља, научни сарадник

Уредница
Татјана Андрејевић, проф.

Лектура
Кристина Цветковић

Графичка припрема
Хелена Митић

Насловна страна
Pimpinella anisum L.

Штампа
Instant system д.о.о., Београд

Тираж
500 примерака
ISSN 0354-7671
ISBN 978-86-525-0201-1

БИБЛИОТЕКА DISSERTATIO

Др Милица Аћимовић

Анис (Pimpinella anisum L.)



Задужбина Андрејевић
Београд, 2015.

Тетици и течи, за неизмерну љубав и подршку

Садржај

1.	Сажетак	7
2.	Увод	8
3.	Морфологија аниса	9
3.1.	Морфолошки опис биљке	9
3.2.	Морфолошки опис плода	13
4.	Хемијски састав плода аниса	17
4.1.	Садржај етарског уља аниса	17
4.2.	Хемијски састав етарског уља аниса	20
5.	Употреба аниса	25
5.1.	Фармаколошка употреба аниса	25
5.2.	Употреба аниса у друге сврхе	29
6.	Фенолошке фазе и агроеколошки услови успевања аниса	31
6.1.	Фенолошке фазе аниса	31
6.2.	Утицај временских услова на фенолошке фазе аниса	33
7.	Технологија производње аниса	39
7.1.	Заснивање усева аниса	40
7.2.	Нега усева аниса	41
7.3.	Жетва аниса	42
8.	Звездасти анис (<i>Illicium verum</i> Hook.)	44
8.1.	Морфологија звездастог аниса	44
8.2.	Хемијски састав и употреба звездастог аниса	45
8.3.	Услови успевања и гајење звездастог аниса	47
9.	Индекс појмова	48
10.	Литература – References	50

1.

Сажетак

У овој монографији приказан је анис као лековита и ароматична биљка, која се широм света користи као традиционални лек код поремећеног варења, за смирење и као природни естроген. Савременим научним методама потврђена су многобројна благотворна дејства аниса, те је он често коришћена биљка и у модерној медицини, као и у прехранбеној индустрији, посебно у производњи алкохолних пића.

У монографији су дате детаљне информације о морфолошким карактеристикама биљке и плода. Како се код ове биљке претежно користи плод, који је богат етарским уљем, посебна пажња је посвећена његовом хемијском саставу, као и факторима који утичу на њега. Доминантна испарљива компонента етарског уља је *транс*-анетол који условљава пријатан, ароматичан мирис.

Монографија се бави и анализом агроколошких услова успевања ове биљке, и фенолошким фазама, али и потребама за топлотом, влагом и осунчаношћу током развојног циклуса.

Ауторка детаљно описује гајење аниса, при чему је нарочита пажња посвећена плодореду, обради земљишта и ђубрењу како у конвенционалном тако и у органском систему ратарења. Пошто се анис размножава искључиво директном сетвом, анализирани су време сетве, сетвена норма и квалитет семенског материјала (енергија клијања и укупна клијавост). Нега усева и жетва, принос и прерада и калкулација производње ове биљке такође су тема монографије.

У монографији је приказан и звездасти анис, који расте као зимзелено дрво у Кини, а чији су плодови врло карактеристичног облика, и такође богати *транс*-анетолом, те се често користе на исти начин као и анис.

У раду су приказани ауторски резултати, као и резултати већег броја истраживача који су проучавали ову биљку, тако да ова монографија представља синтезу досадашњих сазнања о анису, и самим тим је значајан литературни извор за друге научнике, као и за оне који желе да сазнају више о овој теми.

Кључне речи:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>Pimpinella anisum</i> L. | 5. фенолошке фазе |
| 2. морфолошке карактеристике | 6. услови успевања |
| 3. етарско уље | 7. гајење |
| 4. употреба | 8. болести |
| | 9. <i>Illicium verum</i> Hook. |

2. Увод

Род *Pimpinella* обухвата око 150 врста које су распрострањене у Европи, Азији и Африци. Међутим, од комерцијалног значаја је само анис (*Pimpinella anisum* L.), који је пореклом са Блиског истока и источног Медитерана, где је гајен и коришћен од давнина.

У традиционалној кинеској и индијској медицини био је познат као карминатив и експекторант, док су га Арабљани користили у кухињи. У древном Египту анис се спомиње као састојак освежавајућег напитка за стомачне проблеме, а у античкој Грчкој као зачин за усолјену храну и кобасице. Анис су употребљавали и Римљани и то за ароматизовање вина, зачињавање меда и справљање колача. У средњем веку, анис је проширен по Европи и Америци [35].

У периоду романтизма, кандиране семенке аниса су се користиле за освежавање даха, као и за справљање парфема. Данас се етарско уље аниса додаје жвакаћим гумама, водицама за испирање уста, а такође је чест састојак многих познатих парфема који имају топлу, слаткасту ноту.

Ракије и ликери са додатком плодова ове биљке постали су препознатљива национална пића многих земаља медитеранске регије. „Арак“ је карактеристичан за Ирак, Јордан, Либан, Израел и Сирију, „Раки“ за Турску, „Ouzo“ за Грчку, „Мастика“ за Македонију, „Pastis“ за Француску, „Sambuca“ за Италију, „Janeževac“ за Словенију, а „Анисовача“ за Србију.

Поред тога, анис се користи за ароматизовање вина, од којих су сигурно најпознатији „Vermouth“ пореклом из Италије, и „Бермет“ из Србије, тачније из фрушкогорских винограда. Десерт такође карактеристичан за ово подручје је „Куглоф“, који поред осталих зачина садржи и анис. Плодови аниса се додају медањацима, али и кексима као што је „Speculaas“.

Најзначајнији произвођач аниса је Турска у којој се ова биљка гаји на око 21.000 хектара, са годишњом производњом семена од 11.000 тона. Затим следе Индија, Мексико, Египат, Кина, Шпанија, Италија, Немачка, Француска, Сирија, Бугарска и Тунис [48].

У нашој земљи анис се гаји на свега неколико хектара, и то углавном на окућницама и баштама, иако има одличне услове за успевање. Поред гајеног аниса, у Србији се могу наћи и самоникле врсте: бедреника (*Pimpinella saxifraga* L.) и велика бедреника (*Pimpinella major* (L.) Huds.). Међутим, оне имају значајно другачији хемијски састав и употребу.

3.

Морфологија аниса

У овом поглављу дат је детаљан опис биљке и плода аниса са сликама. Поред тога, дат је приказ шест морфолошких карактеристика (висина биљака, број штитова по биљци, пречник штитова, број семена у штиту, маса 1000 семена и димензије семена), које смо пратили током 2011. и 2012. године на три огледна поља у Војводини.

3.1. Морфолошки опис биљке

Анис (*Pimpinella anisum* L.) ($2n=20$) једногодишња је зељаста биљка, са танким и вретенастим кореном дужине 20–30 cm. Стабло је усправно, 30–70 cm високо, ваљкастог облика, шупље, у горњем делу разгранато, обрасло кратким меким длацицама.

У истраживањима која смо извели током две године (2011/12) на три локалитета у Војводини (Мошорин, Велики Радинци и Остојићево) и при примени шест различитих врста ђубрива (контрола, *Славол*, *VactoFil B-10*, *Royal Ofert* биохумус, глистењак и хемијско NPK ђубриво), висина биљака се кретала од 39,88 до 54,46 cm.

„Може се констатовати да су у току 2012. године забележене за 1,41 cm ниже биљке у поређењу са 2011. годином што је била статистички значајна разлика. На локалитету Остојићево забележене су значајно ниже биљке (41,05 cm) у односу на Велике Радинце (47,77 cm) и Мошорин (52,27 cm). Такође је и разлика у висини између биљака гајених у Радинцима и Мошорину била статистички значајна“ [2, стр. 96]. У просеку за обе године истраживања на сва три локалитета највише биљке су забележене при примени глистењака (47,68 cm), а најниже на контроли (46,33 cm). Разлика у висини од 1,35 cm није била статистички значајна (табела 1).

Истраживањима у Турској установљено је да се висина биљака кретала од 35,90 до 39,26 cm у зависности од густине усева [100], односно од 44,7 до 50,2 cm у зависности од популације [48]. Истраживачи у Мађарској утврдили су да дефицит воде у фазама издуживања стабла и почетка цветања редукује висину биљака за 45% [115].

Значајно повећање висине биљака (за 50–90%) постиже се и применом регулатора раста и азотних ђубрива [110]. Такође, велики утицај на висину биљака има и примена ласера. Наиме предсетвеним третирањем семена Не–Не ласером постиже се повећање висине биљака за око 70% [36].

Табела 1. Приказ висине биљака аниса, броја штитова по биљци, пречника штитова и броја семена у штитовима у двогодишњем истраживању у Војводини.

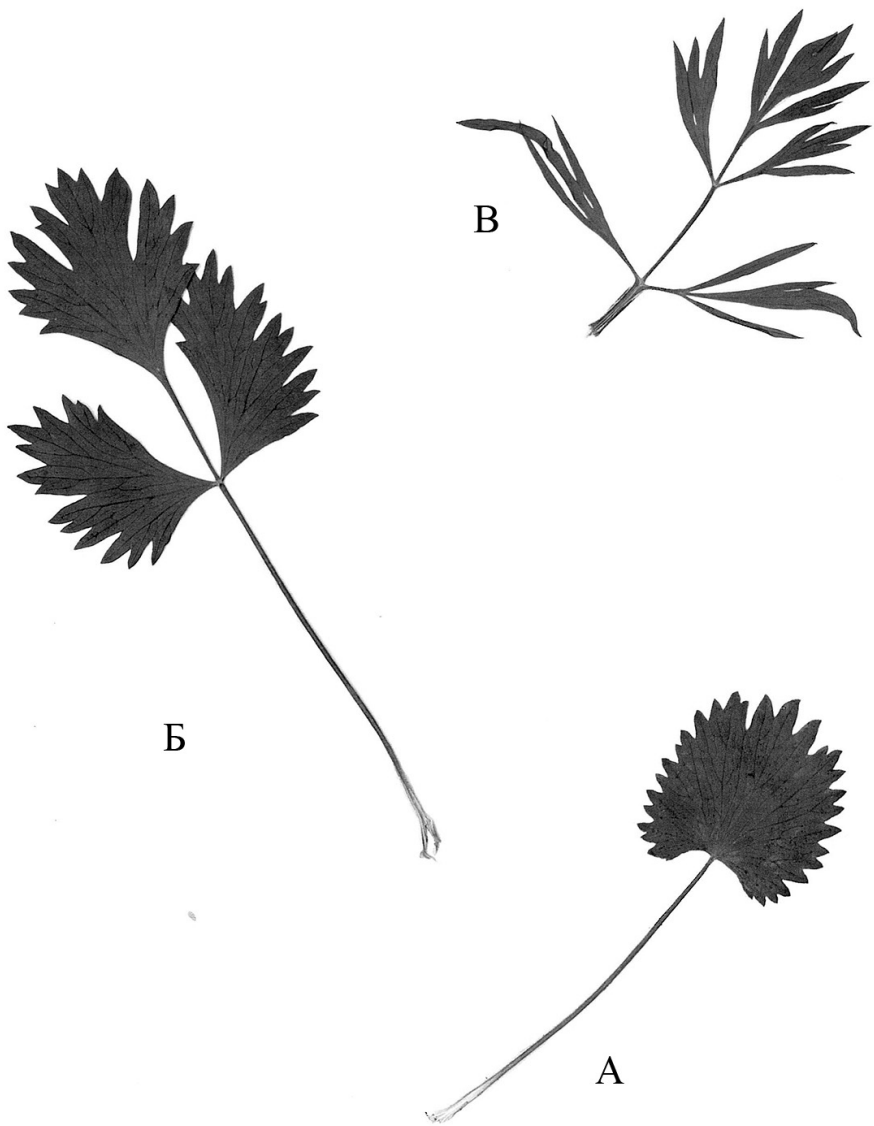
		Висина биљака (cm)	Број штитова по биљци	Пречник штита (cm)	Број семена у штиту
Година (А)	2011	47,74	17,29	6,27	106,08
	2012	46,33	16,40	6,44	115,71
Локалитет (В)	Мошорин	52,27	18,67	6,45	108,21
	Велики Радинци	47,77	16,98	6,54	121,33
	Остојићево	41,05	14,90	6,07	103,15
Примењено ђубриво (С)	Контрола	46,33	15,58	6,16	105,90
	<i>Славол</i>	47,25	16,38	6,34	108,84
	<i>BactoFil B-10</i>	46,59	16,92	6,31	110,03
	<i>Royal Ofert</i>	46,97	17,08	6,45	111,29
	Глистењак	47,68	17,46	6,43	111,82
	НРК	47,37	17,67	6,43	117,49
Значајност F-теста за сваки извор варијације					
	А	0,81	нз	нз	7,38
	В	1,00	1,69	0,30	9,04
	С	нз	нз	нз	нз
	АВ	нз	нз	нз	нз
	АС	нз	нз	нз	нз
	ВС	нз	нз	нз	нз
	АВС	нз	нз	нз	нз

нз – није значајно

Резултати истраживања других аутора указују да се висина биљака значајно повећава при примени глистењака (10 t/ha), док фосфосолубилне бактерије нису показале статистички значајан ефекат на висину биљака, иако је постигнуто повећање за 3,5% при инокулацији семена са *Bacillus circulans*, односно за 7% при примени ове бактерије у два наврата (инокулација семена + прскање у фази издуживања стабла) [31].

„Код листова је заступљена хетерофилија. Три доња листа су округластог облика, тестерасто назубљени, на дугачким лисним дршкама (слика 1А). Средње лишће је тројно дељено (слика 1Б), такође јако назубљено. Како листови иду према врху прелазе у ситније, готово кончасто дељене лиске (слика 1В)“ [2, стр. 6].

Цваст је сложен штит (слике 2А и 2Б), који се састоји од 10 до 15 примарних зрака – штитића (слика 2В). Цветови су петоделни, беле боје, пречника око 3 mm. Цветови су симетрични, по ободу штита обично крупнији од средишњих, састоје се од пет круничних листића који су повијени ка врху (слика 2Г).



Слика 1. Листови аниса: А) доњи лист, Б) листови са средишњег дела стабла, В) вршни листови



Слика 2. Цваст и цвет аниса: А) биљке аниса у цвету, Б) штит аниса, В) штитић аниса, Г) цвет аниса

Наши огледи су показали да једна биљка може да образује од 13,5 до 20,5 штитова. Огледи других аутора указују на то да биљке аниса образују од 3,8 до 17,6 штитова по биљци [115, 100, 73].

Из табеле 1 може се видети да су биљке у току сушније 2012. образовале за 5% мањи број штитова у поређењу са 2011. годином, што није било статистички значајно. Статистички значајна разлика се јавља само између локалитета – у Остојићеву су биљке образовале значајно мање штитова у поређењу са друга два локалитета. Разлика у броју образованих штитова по биљци при примени различитих ђубрива за обе године истраживања у

просеку била је 2,09 што није било статистички значајно. Међутим, постоје подаци о томе да на број штитова по биљци значајно утиче примена глистењака и фосфосолубилних бактерија [31].

Пречник штита се у нашим огледима кретао од 5,76 до 6,98 cm, и на њега је значајно утицао само локалитет, док је број семена у штиту варирао од 97 до 132, и на њега су поред локалитета значајно утицали и услови године (табела 1).

3.2. Морфолошки опис плода

Плод (који представља и семе) јесте шизокарп сивозелене боје, крушкостаг облика, при врху нешто сужен (слика 3). Састављен је од два плодића (мерикарпа) који се не раздвајају спонтано на два дела.



Слика 3. Плод аниса

У истраживањима која смо извели током две године, маса 1000 семена се кретала од 3,39 до 5,08 g. Из табеле 2 може се видети да су на масу 1000 семена значајно утицали услови године и локалитет. Јасно је уочљиво да је у току сушњије (2012) године маса 1000 семена била значајно мања у поређењу са климатски повољнијом (2011) годином. На локалитету Велики Радинци забележена је најмања маса 1000 семена (3,90 g) која је била статистички значајно мања од масе на остала два локалитета, док је на локалитету Остојићево забележена статистички значајно највећа маса 1000 семена (4,56 g). Иако примењено ђубриво није статистички значајно утицало на масу 1000 семена, у просеку огледа највећа вредност овог параметра је забележена при примени *VactoFil B-10*.

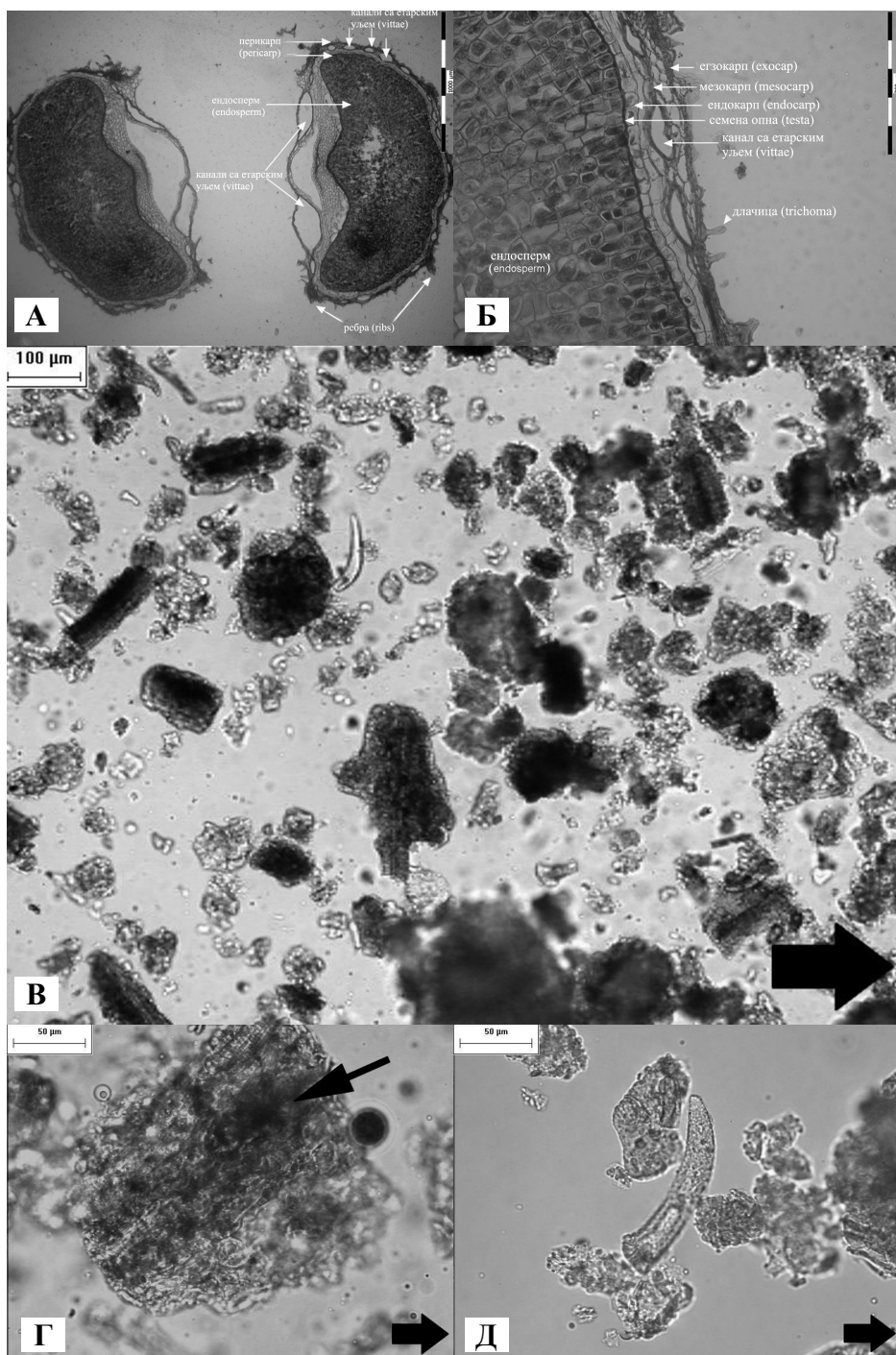
Дужина семена аниса је обично од 3 до 5 mm, док је ширина од 2 до 3 mm [102]. У нашем двогодишњем истраживању дужина семена аниса је била око 3,3 mm, док је просечна ширина износила 1,77 mm (табела 2). Може се рећи да на димензију семена није утицао ниједан од испитиваних фактора.

Табела 2. Приказ масе 1000 семена и димензија семена аниса у двогодишњем истраживању у Војводини.

		Маса 1000 семена (g)	Димензије семена		
			Висина (mm)	Ширина (mm)	
Година (А)	2011	4,41	3,33	1,78	
	2012	3,91	3,26	1,76	
Локалитет (В)	Мошорин	4,03	3,31	1,75	
	Велики Радинци	3,90	3,27	1,76	
	Остојићево	4,56	3,34	1,80	
	Контрола	4,15	3,4	1,78	
Примењено ђубриво (С)	<i>Славол</i>	4,12	3,2	1,78	
	<i>VactoFil B-10</i>	4,21	3,3	1,76	
	<i>Royal Ofert</i>	4,15	3,3	1,78	
	Глистењак	4,16	3,2	1,75	
	НРК	4,17	3,5	1,78	
	Значајност F-теста за сваки извор варијације				
		А	0,05	нз	нз
	В	0,07	нз	нз	
	С	нз	нз	нз	
	АВ	0,13	нз	нз	
	АС	нз	нз	нз	
	ВС	0,16	нз	нз	
	АВС	0,23	нз	нз	

нз – није значајно

На слици 4 приказани су микроскопски препарати попречног пресека плода (*Anisi fructus*) (слике 4А и 4Б) и прашка аниса (*Anisi pulvis*) (слике 4В, 4Г и 4Д). На препаратима попречног пресека плода може се уочити да унутрашњост семена чини ендосперм. Ћелије ендосперма имају мало задебљале мембране, а у лумену се налазе фрагменти ендосперма са капима масног уља, алеуронска зрнца величине 8–12 μm са једним глобоидом и 1–2 розете калцијум-оксалата [43]. Перикарп (омотач семена) јесте вишеслојан, и састоји се из четири дела: егзокарпа (спољашњи омотач), мезокарпа (средишњи омотач), ендокарпа (унутрашњи омотач) и теста (семена опна). На егзокарпу се може уочити да су ћелије епидермиса продужене у кратке брадавичасте длаке. У ткиву мезокарпа се налазе канали са етарским уљем, којих има два са унутрашње стране и већи број са спољашње стране (око 30). Ендокарп је грађен од једног реда ћелија танких зидова, а теста је танка, само у комисури се састоји од неколико редова ћелија. На перикарпу је уочљиво и пет слабо истакнутих ребара, испод којих се налазе проводни снопићи.



Слика 4. Микроскопски препарати: А) попречни пресек плода аниса [89], Б) грађа перикарпа [89], В) *Anisi pulvis* (увећање 100x) [88], Г) *Anisi pulvis* – брадавичаста длака (увећање 400x) [88], Д) *Anisi pulvis* – фрагменти перикарпа са каналима са етарским уљем (увећање 400x) [88].

Пудер плода аниса (*Anisi pulvis*) смеђе је боје. Микроскопском анализом могуће је уочити следеће елементе: једноћелијске брадавичасте механичке длаке, фрагменте епидермиса са стомама и длакама, фрагменте ендосперма са капима масног уља, фрагменте перикарпа са каналима који садрже етарско уље и фрагменти делимично одрвенелог ендокарпа. Понекад се могу уочити фрагменти трахеја и трахеида и веома ситне друзе калцијум оксалата [88].

4.

Хемијски састав плода аниса

Као дрога у фармацеутској индустрији, али и као зачин у прехранбеној индустрији, од аниса се користи искључиво плод (*Anisi fructus*). Истраживања су показала да он садржи 1,5–6% етарског уља, 8–11% масног уља, 4% угљених хидрата и 18% протеина [85]. Значајну количину етарског уља садржи и херба (1,2–1,35%) [37].

Етарско уље аниса (*Anisi aethroleum*) јесте бистра безбојна течност или безбојна кристална маса, слатког укуса и пријатног ароматичног мириса. Локализовано је у шизогеним уљаним каналима у плодовима, стаблу и корену. Етарско уље је комплексна смеша различитих компонената које садрже сесквитерпене, фенолна једињења и алкене, међутим, готово све студије указују да је доминантна компонента *транс*-анетол. Етарско уље аниса очврсне на температури између 15 и 20 °С. Овакво понашање уља управо је условљено присуством велике количине *транс*-анетола (80–90%), чија је тачка топљења на 22,5 °С.

Масно уље аниса (*Oleum anisi*) састоји се углавном од мононезасићених изомерних масних киселина са 18 угљеникових атома, међу којима доминира олеинска киселина (*цис* 9-18:1) са 74,55%, затим следи петроселинска киселина (*цис* 6-18:1) са 6,76%, док су друге киселине заступљене у количини испод 5% (вакценска, палмитолеинска, линолна, стеаринска, еикозеиноинска, арахидонска и бехенска киселина) [32, 51]. Структурне формуле две најзначајније масне киселине приказане су на слици 5.

4.1. Садржај етарског уља аниса

Резултати наших истраживања изведених током 2011. и 2012. године на три локалитета у Војводини, показују да се садржај етарског уља у плодовима аниса кретао од 3,07 до 4,75% (табела 3). Такође се може закључити да су биљке више етарског уља акумулирале у току вегетационог периода 2011. године (3,93%) у поређењу са сушнијом 2012. годином (3,52%). Биљке гајене у Остојићеву акумулирале су најмање етарског уља (3,78 и 3,23%), а биљке гајене у Великим Радинцима највише (4,08 и 3,79%). Када је у питању примењено ђубриво, може се рећи да је при ђубрењу са *Royal Ofert* биохумусом у просеку за обе године истраживања садржај етарског уља био највећи (3,90%).

Табела 3. Садржај етарског уља у плодовима аниса (%) гајеног 2011. и 2012. године на три испитивана локалитета при примени различитих врста ђубрива

	2011				2012			
	М	Р	О	Х	М	Р	О	Х
Контрола	3,83	3,86	3,72	3,80	3,53	3,66	3,22	3,47
<i>Славол</i>	4,04	4,00	3,37	3,80	3,58	3,58	3,37	3,51
<i>VactoFil B-10</i>	3,80	4,08	3,79	3,89	3,42	3,63	3,22	3,42
<i>Royal Ofert</i>	3,96	4,75	3,78	4,16	3,72	4,04	3,13	3,63
Глистењак	3,88	3,68	4,05	3,87	3,34	3,77	3,07	3,39
НРК	3,96	4,13	3,97	4,02	3,64	4,03	3,36	3,68
Просек	3,91	4,08	3,78	3,93	3,54	3,79	3,23	3,52

М-Мошорин, Р-Велики Радинци, О-Остојићево, Х-просек

Познато је да многобројни чиниоци утичу на количину етарског уља у плодовима, међу којима су генотип, стадијум зрелости, технологија гајења, састав земљишта и разлике у климатским чиниоцима које се јављају на различитим географским локалитетима [69].

Већ је споменуто да је Турска највећи произвођач аниса на свету. Ова биљка се већином гаји у провинцијама Буддур, Денизли, Афион, Анталија и Бурса. Испитивањем 29 узорака сакупљених са различитих производних подручја, установљено је да се садржај етарског уља у плодовима креће од 1,3 до 3,7%. Разлика од 2,4% је веома значајна [19]. Варирање у садржају етарског уља у зависности од популације установили су и други аутори у овој земљи. Варирање у оквиру екотипа из различитих региона кретало се од 1,85 до 2,38%. При томе је установљено да екотип из провинције Денизли акумулира највише етарског уља (у просеку 2,35%), док онај из провинције Бурдур најмање (у просеку 1,75%) [96]. Код популације која се гаји у рејону Голхисар (Göhlisar) најмањи садржај етарског уља у плодовима је 2,49 %, што је значајно мање у поређењу са осталим регионима (Tefenni, Karamanli и Yeşilova) у којима се садржај етарског уља креће од 2,71%, до 2,74%, односно 2,80% [48].

Наша истраживања такође указују на то да поред локалитета и временски услови током године значајно утичу на варирање у садржају етарског уља. Наиме, установљено је да је много већа количина етарског уља у плодовима акумулирана у току године са умереним вредностима падавина и температура у поређењу са сушном и топлијом годином [5].

Разлике у количини етарског уља у плодовима јављају се и у зависности од времена сетве. Установљено је да количина етарског уља у плодовима варира од 2,09 до 3,11%, при чему се већа количина етарског уља формира при ранијим роковима сетве [48].

Сетвена норма такође утиче на овај параметар. На то указују две студије. У једној је утврђено да садржај етарског уља у плодовима варира од 2,66 до 2,74%, при чему није утврђена нека правилност о зависности садржаја етарског уља са густином усева. Међутим, принос етарског уља по јединици површине значајно се повећава са повећањем сетвене норме од 5 kg/ha семена до 15 kg/ha, док се при примени 20 kg/ha семена смањује [100]. У другом истраживању је установљено да се садржај етарског уља у плодовима креће од 3,69–4,10%, и да је највећи при густини биљака од 25 по метру квадратном. И у овој студији се јавља повећање приноса етарског

уља по хектару са повећањем густине усева [39]. Разлог је тај што „принос етарског уља по хектару директно зависи од приноса плода по хектару и садржаја етарског уља у плодовима“ [2, стр. 146].

Утврђено је да и наводњавање има значајног утицаја на количину етарског уља у плодовима. Наиме, у огледима са наводњавањем у Ирану установљено је да недостатак воде у периоду пораста стабла и цветања редукује производњу етарског уља у плодовима [115]. Међутим, истраживања других научника у тој земљи указују на то да садржај етарског уља расте са дужином трајања стреса изазваног сушом. Биљке које су биле изложене суши у трајању од шест дана акумулирале су 2,12% етарског уља. При стресу од десет дана биљке су акумулирале 2,76% етарског уља, а стрес од 14 дана довео је до акумулације највеће количине етарског уља – 2,93% [17]. Ова студија је у супротности са резултатима које смо ми добили на анису. Међутим, у студији са једногодишњим кимом (*Carum carvi* L.), у двогодишњим истраживањима утврђено је да су у сушној и топлијој години биљке акумулирале више етарског уља [8].

Испитивањем утицаја примењеног ђубрива на садржај етарског уља у плодовима аниса бавио се већи број аутора. У истраживањима у Ирану установљено је да примена различитих врста ђубрива не утиче статистички значајно на садржај етарског уља у плодовима. Примена глистењака у количини од 5 t/ha показала се као неефикасна, тј. при примени овог ђубрива биљке су акумулирале 3,69% етарског уља, што је мање него у контроли (3,78%). Применом стајњака садржај етарског уља у плодовима био је 3,92%, а при примени NPK ђубрива 4,10% [39]. Истраживањима у нашој земљи је установљено да примена хемијског NPK ђубрива у количини од 400 kg/ha значајно повећава садржај етарског уља (3,41%) у поређењу са контролом (2,66%) [53].

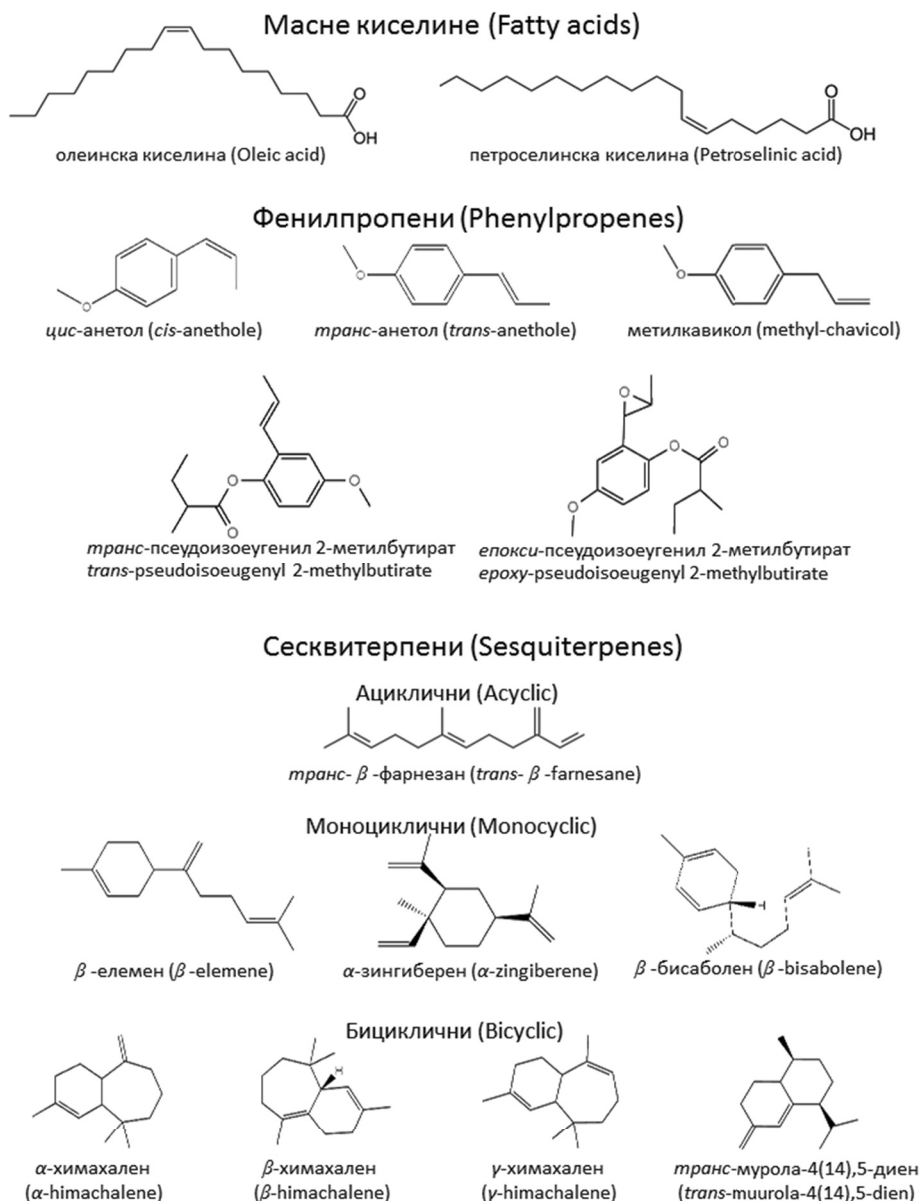
Применом органских ђубрива и биофертилизатора који се користе у органској пољопривреди, установљено је да се при примени 10 t/ha глистењака добија највећи садржај етарског уља у плодовима аниса (4,21%). Примена микробиолошких ђубрива на бази бактерије *Bacillus circulans* која помаже трансформацију фосфора и настанак хормона раста такође значајно повећава садржај етарског уља у плодовима. Ово ђубриво најбоље делује ако се примени два пута, и то инокулацијом семена пре сетве и прскањем биљака у фази пораста у стабло [30]. Да је примена фосфолизирајућих бактерија у овој фази најефикаснија потврђују и истраживања других аутора [114].

Време у коме се изводи жетва такође значајно утиче на садржај етарског уља у плодовима. У пуној зрелости садржај етарског уља опада у поређењу са жетвом у ранијим стадијумима, док је у стадијуму воштане зрелости, када примарни штитови добијају браон боју (листови су још увек зелени), садржај етарског уља у плодовима највећи (4,60%) [74].

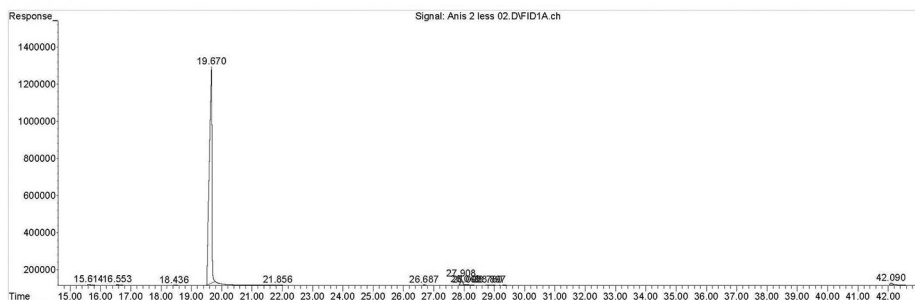
Садржај етарског уља умногоме зависи и од метода екстракције. Применом суперкритичне CO₂ екстракција добија се 7,5% етарског уља, док се из истих узорака хидродестилацијом добија само 3,1% [108]. Истраживања показују и да се применом микроталасно асистираних дестилација из самлевених плодова аниса добија 3% етарског уља колико и применом хидродестилације [66].

4.2. Хемијски састав етарског уља аниса

Етарско уље аниса је комплексна смеша компонената које припадају класи фенолпропена, монотерпена и сесквитерпена (слика 5). У нашим узорцима етарског уља аниса утврђено је присуство укупно 15 компонената, од којих је једна неидентификована. GC/FID хроматограм једног просечног узорка приказан је на слици 6. Хемијски састав етарског уља плодова аниса није се значајно разликовао на нивоу примењеног ђубрива нити локалитета, док су разлике постојале на нивоу испитиване године, осим у случају *цис*-анетола и β -фарнезана (табела 4).



Слика 5. Компоненте масног и етарског уља аниса



Слика 6. GC/FID хроматограм етарског уља аниса

Фенолпропени су најзаступљенија класа једињења у етарском уљу аниса (92,95–98,91%). Од ове класе једињења идентификовани су *цис*- и *транс*-анетол и метилкавикол (естрагол), затим, *транс*-псеудоизоеугенил 2-метилбутират и *епокси*-псеудоизоеугенил 2-метилбутират. Њихове формуле су приказане на слици 5. Иначе, ове две последње компоненте су карактеристичне за род *Pimpinella* и представљају фитохемијске маркере [71].

Резултати наших истраживања указују на то да етарско уље аниса садржи од 91,90–98,72% *транс*-анетола. Колчина *транс*-анетола била је мања у првој години истраживања (93,20%), у поређењу са другом годином (96,35%). Стрес може значајно да повећа акумулацију фенилпропена, а као најчешћи узроци се наводе: напад патогена, УВ зрачење, недостатак хранива, високе температуре и хербициди [103]. Претпоставка је да је у нашем истраживању суша праћена високим температурама током 2012. године условила акумулацију веће количине *транс*-анетола у етарском уљу аниса.

Изומר *транс*-анетола, метилкавикол, заступљен је био у количини од 0,19 до 0,79%, а *цис*-анетол са само 0,05–0,10%. Постоје наводи да је *цис*-анетол токсичан састојак етарског уља, те из тог разлога његова концентрација треба да буде у границама 0,2–0,5% [102]. До сада није забележено тровање анисом код људи. Међутим, утврђено је да је средња смртна доза (LD_{50}) за *транс*-анетол 900 mg/kg, док је за *цис*-анетол значајно мања и износи 93 mg/kg [117]. Симптоми акутног тровања анетолом се огледају у: смањеној покретљивости, поремећеној координацији покрета, повећаном тонуусу мишића и депресији [118].

Треба имати у виду да када се *транс*-анетол изложи UV светлу или киселој средини, долази до формирања *цис*-анетола који поред тога што је токсичан, поседује и непријатан мирис и укус [24]. Стога, приликом чувања етарског уља мора се водити рачуна о томе да не буде изложено сунчевој светлости.

Транс-псеудоизоеугенил 2-метилбутират који се наводи као фитохемијски маркер у етарском уљу аниса био је заступљенији у првој години истраживања (0,95%) у поређењу са другом, сушнијом и топлијом годином (0,66%). *Епокси*-псеудоизоеугенил 2-метилбутират, други фитохемијски маркер, био је присутан само у првој години испитивања.

Друга класа једињења по заступљености у етарском уљу аниса су **сесквигитерпени**. У нашим истраживањима били су присутни у већој количини у узорцима из 2011. (до 3,64%) у поређењу са узорцима из 2012. године (до 2,51%). Од ове класе једињења били су присутни: један ациклични

сесквитерпен (*транс-β-фарнезен*), моноциклични (*β-елемен*, *α-зингиберен*, *β-бисаболен*) и бициклични сесквитерени (*α, β* и *γ-химахален*, *транс-муурола-4(14),5-диен*). Структурне формуле једињења из ове класе приказане су на слици 5.

Табела 4. Заступљеност компоненти етарског уља аниса (%) у зависности од године, локалитета и примењеног ђубрива (LSD=0,05%)

Година (А)	<i>тис-дикидрокарвон</i>		<i>тис-анетол</i>		<i>тис-анетол</i>		<i>β-елемен</i>		<i>α-химахален</i>		<i>β-фарнезан</i>		<i>γ-химахален</i>		<i>α-зингиберен</i>		<i>β-химахален</i>		<i>β-бисаболен</i>		<i>транс-псеудонезулен</i>		<i>2-метилгуйпрат</i>			
	2011	2012	0,00	0,79	0,08	93,20	0,00	0,31	0,02	3,13	0,46	0,23	0,36	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Локалитет (В)	Мошорин	0,13	0,54	0,03	94,58	0,03	0,23	0,02	2,59	0,25	0,16	0,28	0,16	0,16	0,13	0,07	0,13	0,07	0,13	0,07	0,13	0,79	0,10	0,10	0,05	
	Велики Радинци	0,12	0,54	0,07	95,02	0,03	0,20	0,01	2,44	0,24	0,16	0,19	0,15	0,15	0,07	0,07	0,15	0,09	0,15	0,09	0,15	0,75	0,02	0,02	0,05	
	Остојидево	0,16	0,38	0,07	94,73	0,04	0,22	0,00	2,56	0,31	0,16	0,21	0,15	0,15	0,09	0,09	0,15	0,09	0,15	0,09	0,15	0,86	0,05	0,05	0,05	
Примењено ђубриво (С)	Контрола	0,12	0,41	0,04	94,96	0,02	0,20	0,01	2,35	0,23	0,15	0,19	0,15	0,15	0,08	0,08	0,15	0,08	0,15	0,08	0,15	1,03	0,06	0,06	0,06	
	<i>Славол</i>	0,18	0,51	0,07	94,35	0,04	0,24	0,01	2,80	0,27	0,18	0,24	0,16	0,16	0,09	0,09	0,16	0,09	0,16	0,09	0,16	0,86	0,05	0,05	0,05	
	<i>VasoFit B-10</i>	0,13	0,46	0,03	94,68	0,04	0,22	0,00	2,60	0,24	0,16	0,21	0,16	0,16	0,06	0,06	0,16	0,06	0,16	0,06	0,16	0,96	0,04	0,04	0,04	
	<i>Royal Ofert</i>	0,15	0,53	0,07	94,89	0,03	0,21	0,02	2,40	0,37	0,16	0,25	0,16	0,16	0,12	0,12	0,16	0,12	0,16	0,12	0,16	0,66	0,07	0,07	0,07	
	Глистевак	0,13	0,51	0,07	94,98	0,03	0,22	0,02	2,53	0,24	0,16	0,23	0,14	0,14	0,11	0,11	0,16	0,11	0,16	0,11	0,16	0,60	0,06	0,06	0,06	
	НРК	0,13	0,50	0,07	94,80	0,05	0,21	0,01	2,51	0,25	0,15	0,25	0,14	0,14	0,11	0,11	0,15	0,11	0,15	0,11	0,15	0,71	0,07	0,07	0,07	
Значајност F-теста за сваки извор варијације																										
А	0,10	0,16	нз	нз	0,37	0,06	0,09	нз	0,23	0,13	0,07	0,11	0,06	0,09	0,19	0,08	0,08	0,19	0,08	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
В	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
С	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
АВ	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
АС	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
ВС	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	
АВС	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	нз	

нз – није значајно

Табела 5. Корелације компонената етарског уља аниса

	метилкавикол	цис-анетол	транс-анетол	β -елемен	α -химахален	β -фарнезан	γ -химахален	транс-мурола-4(14),5-диен	NI	α -зингиберен	β -химахален	β -бисаболен	транс-псеудонизоугенил-2-метилбутират	енокси-псеудонизоугенил-2-метилбутират
метилкавикол	-0,84*													
цис-анетол	-0,39*	0,44*												
транс-анетол	0,72*	-0,83*	-0,37*											
β -елемен	0,81*	-0,71*	0,30	0,54*										
α -химахален	-0,84*	0,85*	0,40*	-0,93*	-0,66*									
β -фарнезан	-0,47*	0,67*	0,35*	-0,58*	-0,40*	0,53*								
γ -химахален	-0,76*	0,79*	0,36*	-0,96*	-0,53*	0,95*	0,52*							
транс-мурола-4(14),5-диен	-0,77*	0,70*	0,57*	-0,70*	-0,63*	0,75*	0,33*	0,68*						
NI	-0,87*	0,84*	0,47*	-0,87*	-0,71*	0,96*	0,49*	0,92*	0,79*					
α -зингиберен	-0,74*	0,85*	0,32	-0,92*	-0,56*	0,87*	0,67*	0,86*	0,71*	0,81*				
β -химахален	-0,69*	0,74*	0,33*	-0,87*	-0,44*	0,87*	0,44*	0,87*	0,62*	0,84*	0,81*			
β -бисаболен	-0,80*	0,86*	0,47*	-0,86*	-0,67*	0,85*	0,72*	0,80*	0,75*	0,81*	0,93*	0,73*		
транс-псеудонизоугенил-2-метилбутират	-0,14	0,29	-0,03	-0,67*	-0,09	0,42*	0,25	0,52*	0,20	0,30	0,50*	0,47*	0,38*	
енокси-псеудонизоугенил-2-метилбутират	-0,68*	0,70*	0,14	-0,81*	-0,57*	0,78*	0,65*	0,76*	0,53*	0,71*	0,86*	0,67*	0,89*	0,47*

* Корелација је значајна на нивоу од 0,05%

Од **монотерпена** био је присутан само монотерпенски кетон *транс*-дихидрокарвон и то само у току 2012. године, у малом проценту (у просеку 0,28%).

Стављањем у корелацију свих компонената етарског уља аниса, може се закључити да је *транс*-анетол као најзаступљенија компонента у статистички значајним негативним корелацијама са свим компонентама осим са *цис*-дихидрокарвоном са којим је у позитивној корелацији ($r=0,72$) (табела 5). И други аутори наводе сличну правилност. Наиме, утврђено је да са повећањем концентрације *транс*-анетола опада концентрација γ -химахалена [103].

У готово свим истраживањима установљено је да су две главне компоненте етарског уља аниса *транс*-анетол и метилкавикол. Њихова количина варира у зависности од локалитета гајења тј. популације. На четири локалитета у Турској, садржај *транс*-анетола је варирао од 96,57 до 97,24%, док су варијације у садржају метилкавикола од 1,89 до 3,18% [96].

Испитивањем узорака аниса из 11 европских земаља установљено је да је најзаступљенија компонента *транс*-анетол са 76,9–93,7%. Највећа концентрација овог фенолпропена била је у узорцима из Грчке, Мађарске, Шкотске, Литваније, Италије и Немачке (>90%). Етарско уље семена аниса из Естоније било је богато са γ -химахаленом (8,2%) и *транс*-псеудоизоеугенил 2-метилбутиратом (6,4%), док су узорци из Француске имали највећу количину анисалдехида (5,4%) у поређењу са осталим узорцима у којима се садржај ове компоненте кретао до 3,1% [71].

Испитивања у Немачкој која су обухватила 15 узорака такође су показала да је од 20 различитих компонената колико је утврђено у етарском уљу најзаступљенији *транс*-анетол који испољава значајну варијацију у зависности од узорка али и од услова године. Такође је забележено и значајно варирање γ -химахалена и метилкавикола [103].

Истраживањем два варијетета аниса са различитих производних подручја у Бангладешу, такође је установљена велика варијација у хемијском саставу, што потврђује чињеницу да је разлика последица различитих географских и еколошких услова. У оба узорка аниса из ове земље доминантна компонента је *цис*-анетол и то са 69,40% у покрајини Дака (Dhaka) и 85,32% у покрајини Богра (Bogra). У узорцима из Даке поред *цис*-анетола утврђени су и лимонен (13,27%) и фенхон (11,41%) [69].

Истраживањима у Турској у 29 узорака аниса са девет различитих производних подручја, идентификовано је од 11 до 23 компоненте у етарском уљу. Такође је установљено и значајно варирање садржаја *транс*-анетола између узорака и то од 78,63 до 95,21% [19].

Међутим, постоје и хемотипови код којих *транс*-анетол није доминантна компонента у етарском уљу. Испитивањем семена аниса из Марока и Јемена установљено је да је доминантна компонента у етарском уљу метилкавикол (4-алиланисол) са заступљеношћу од 76,70%, односно 85,28% у зависности од локалитета. Остале компоненте су биле: лимонен са 9,75% у узорцима из Марока, и 5,53% у узорцима из Јемена, као и фенхон са 6,16%, односно 4,12% [14].

5.

Употреба аниса

Анис се често употребљава у народној медицини, а такође је и официјална дрога у многим фармакопејама. Фармаколошка употреба аниса је врло разноврсна, а поред тога, ова биљка се често користи и за ароматизацију алкохолних пића, посебно у земљама медитеранског подручја, али и као додатак слаткишима и другим јелима. Анис се користи и у ветерини, као и у органској пољопривреди [6].

5.1. Фармаколошка употреба аниса

Бројним истраживањима широм света је установљено да анис делује на систем органа за варење, као и на респираторни и нервни систем. Анис је познат и као биљка са естрогеним дејством. Делује и антиинфламаторно, антиканцерогено, као и антимикубно [3].

Дејство на систем органа за варење

У нашој народној медицини анис се препоручује као средство против надимања, за побољшање пробаве и за регулисање варења. Истраживањима *in vitro* на експерименталним животињама и клиничким огледима на људима утврђено је да плод аниса ефикасно делује на пражњење црева код хроничне опстипације, а фитотерапијски производи базирани на анису могу бити ефикасна и безбедна алтернативна терапија за опстипацију [95, 76]. Најчешћи мешани чајеви са анисом који се користе за лечење органа за варење према Туцакову [97] јесу чај против гасова и надимања у органима за варење и чај против затвора.

Чај против гасова и надимања у органима за варење: направити смешу од по 20 g аниса, морача, кима, мајкине душице и камилице, и од тога по три супене кашике попарити са 0,5 l кључале воде, поклопити и после три сата може се пити после јела.

Чај против затвора: направити смешу од по 20 g аниса, морача, слатког корена, сувих шљива и коре крушине. Две супене кашике ове мешавине попарити са 0,3 l кључале воде, поклопити, оставити три сата и одједном попити.

У иранској народној медицини анис се користи за освежавање даха и испирање уста. Научним експериментом је потврђено да анис стимулише секрецију пљувачних жлезда тј. саливацију, што доводи до повећања рН вредности у устима, али и механичког испирања усне шупљине, чиме се отклањања зубни плак. Поред тога, анис поседује антибактеријско дејство, што је ефикасно против бактерије *Streptococcus mutans* која доприноси настанку каријеса [16], али делује и на друге бактерије из усне дупље [26].

Рецепт за концентрат за испирање уста на бази аниса који се лако може направити и у кућним условима даје Китановић [58].

Екстракт за испирање уста и крајника: направити смешу од по 5 g аниса, џимета, каранфилића и прополиса, и добро уситнити у авану. То ставити у флашу, додати 4 g етарског уља нане и 1 l 75% алкохола. Флашу чврсто затворити и оставити да стоји на тамном месту 10–15 дана уз свакодневно мућкање. Након овог периода течност процедити кроз вишеслојну газу док не постане бистра. Употребљавати 10–15 капи дневно за испирање уста, а 30–50 капи за грљање код упале крајника.

Екстракт плодова аниса значајно инхибира оштећење слузокоже желуца узроковане некротичним агенсима. Претпоставља се да анис значајно редукује секрецију желудачне киселине и ацидитет, те на тај начин зауставља стварање улцерација [15]. Чајна мешавина која се користи за лечење хроничног запаљења желуца је као што следи [116].

Чај за лечење хроничног гастритиса: направити чајну мешавину од по кашику плода аниса, корена водопије, листа жалфије, хербе пелина и подубице, попарити са 1 l кључале воде, поклопити и оставити да стоји два сата. Процедити и пити у току дана. Чај пити 10 дана.

Истраживањима је установљено да екстракт плода аниса штити јетру од некротичног дејства слободних редикала, као и да доводи до значајног поправљања деструктивних промена на јетри [25, 45]. Такође, анис поседује и антидијабетичку активност [62, 81, 84].

Дејство на систем органа за дисање

Експериментима је установљен бронходилаторни ефекат екстракта и етарског уља аниса који је последица инхибиције мускаринских рецептора, као и антихолинергичка активност. С обзиром на то да анис делује антиинфламаторно и бронходилаторно, његова примена има оправдања у лечењу проблема респираторног тракта укључујући и бронхијалну астму [22, 92]. Како наводи Туцаков, у нашој народној медицини анис се користи у чајним мешавинама за смиривање кашља и искашљавање слузи, као и за смиривање астме [97].

Чај за лакше искашљавање осушене слузи из плућа: направити чајну мешавину од по 25 g аниса, морача, слатког корена и мајорана. Једну супену кашику ове мешавине прелити са 0,2 l кључале воде, поклопити и после два сата процедити и попити после јела топао чај.

Чај за смиривање кашља и искашљавање слузи: направити чајну мешавину од по 5 g аниса, морача, исландског лишаја и цвета подбела, по 10 g нане и веронике и по 20 g листа подбела и корена белог слеза. Једну супену кашику ове мешавине прелити са 0,2 l кључале воде, поклопити и после два сата процедити и попити после јела топао чај.

Чај против астме: направити чајну мешавину од по 20 g аниса и цвета подбела и 60 g листа подбела. Три супене кашике ове мешавине кувати 10 минута у 0,5 l воде, оставити целу ноћ и сутрадан пити уместо воде.

Дејство на репродуктивни систем

Анис је биљка која се вековима користи као естрогени агенс [12]. Наводи се да биљне капсуле које садрже екстракт аниса смањују време крварења и менструалне болове код жена са симптомима примарне дисменореје [56], а исто тако делују ефикасно и за смањивање валунга код жена у постменопаузи [70]. Плодови аниса такође делују превентивно на остеопорозу изазвану недостатком естрогена [46]. У многим народним медицинама анис се убраја у биљке које утичу позитивно на лучење млека, па тако и у нашој народној медицини [97].

Чај за јаче лучење млека: направити чајну мешавину од по 25 g аниса, морача, мирођије и мајорана. Три супене кашике ове мешавине кувати 10 минута у 0,5 l воде, оставити целу ноћ и сутрадан пити уместо воде.

Дејство на нервни систем

У иранској народној медицини анис се користи за лечење многих неуролошких болести [77, 55]. Истраживањима је установљено да анис поседује антиконвулзантну активност, да значајно продужава период између епилептичких напада и редукује њихову јачину и трајање.

У нашој народној медицини спомиње се да 15 капи етарског уља аниса изазивају сан од 12 сати [97], док се у старим ботаничким књигама наводи да је анис добар за децу која болују од фраса [104].

У Ираку, где се ова биљка често користи у народној медицини, експериментима је доказано да анис поседује значајну аналгетичку активност [101], која је сличну морфину и аспирину [94]. Истраживањима је установљено да се екстракт аниса може користити и за лечење мигрене са ауром [44].

Антиоксидативна активност

Водени и алкохолни екстракти плодова аниса показују јаку антиоксидативну активност што је потврђено антиоксидативним тестовима као што су: способност хватања слободних DPPH радикала, супероксид анјона и водоник пероксида, као и способност хелирања јона гвожђа. Антиоксидативна активност поређена је са синтетичким антиоксидансима (ВНА, ВНТ и α -токоферол) [42].

Антиоксидативна активност воденог и алкохолног екстракта плодова аниса је тестирана моделом инхибиције пероксидације липозома и линолеинске киселине при чему је утврђена добра антиоксидативна активност која указује на могућност примене екстраката као антиоксиданса у храни богатој мастима, те се може користити за стабилизацију масних уља [13, 107].

Екстракт плода аниса показује антиоксидативну активност против азот-монооксида, супероксид и DPPH радикала на тај начин што редукује њихов потенцијал и смањује њихову концентрацију. Примена плодова аниса у количини од 5 g дневно може се користити као додатак терапији код пацијената оболелих од шећерне болести ради смањења оксидативног стреса који прати ову болест [80, 81].

Антиинфламаторно и антиканцерогено дејство

Етарско уље врста из рода *Pimpinella* има позитиван ефекат на превенцију многих болести, нарочито запаљењских процеса [93]. Експериментима је утврђено да екстракт аниса штити еритроците од водоник-пероксида који посредује у процесу хемолIZE а такође показује и антиинфламаторну активност [50].

Етанолни екстракт аниса поседује и цитостатичку активност на ћелије канцера простате. Третман са анисом има антипролиферативно дејство и апоптотични ефекат на канцерогене ћелије, те се стога може сврстати у храну за превенцију и лечење канцера [54].

Антимикробна активност

Екстракт аниса поседује широк спектар дејства и на грам-позитивне и на грам-негативне бактерије. Велики антибактеријски потенцијал ове биљке, нарочито ако се имају у виду трошкови производње, доступност и ефикасност, доводи до закључка да се анис може користити као сировина у фитотерапији, као ефикасна и јефтина алтернатива синтетичким антибиотцима [20, 9].

Комбинацијом етарског уља аниса са етарским уљем других биљака утврђена је инхибиторна активност код већине испитиваних патогених бактерија. Адитивна или синергетска активност фитохемикалија из етарског уља показала се као веома значајна за третирање инфекција, јер за разлику од синтетичких антибиотика на њих бактерије не развијају резистентност [10].

Поред бројних бактерија, анис делује антифунгално и на гљивицу *Candida albicans* [42, 68], али и на друге гљивице [63, 61, 72, 111]. Такође, установљено је да анис делује и антивирално, на *Herpes simplex virus*, цитомегало вирус и вирус морбила што ову биљку сврстава у функционалну храну против ових инфективних болести [67]. Екстракт аниса може се успешно користити за лечење дизентерије коју изазива амеба *Entamoeba histolytica* [79].

5.2. Употреба аниса у друге сврхе

Анис се користи и у ветеринарској медицини, где му је употреба слична као у хуманој медицини и фармацији. Поред тога, установљено је и да има потенцијално веома широку употребу у живинарству као природни антибиотик, имуностимулант и за повећање конверзије хране. Анис има позитиван утицај и на рибе, као и на пчеле, док се инсектицидна, бактерицидна и вироцидна активност аниса може применити у органској пољопривреди.

Употреба у ветерини и сточарству

Деловање аниса датог у облику топлог чаја помаже и код домаћих животиња, сузбијајући надимање и смирујући грчеве. Анисово семе смрвљено у прах даје се домаћим животињама код упале плућа [104]. Уљане погаче које остају након дестилације етарског уља аниса имају много беланчевина и масти, те се дају као врло јака сточна храна, нарочито музарама да би давале више млека [97].

Плодови аниса могу да се користе и у живинарству, у исхрани јапанске препелице и кока носила, при чему имају позитиван ефекат на имунитет птица, али и позитивне особине на унос и конверзију хране, повећање масе јаја и смањење нивоа холестерола у жуманцу [21, 65, 28, 49].

Додатак аниса у исхрану бројлера повећава дневни прираст масе, такође и повећава конверзију хране, тако да се анис може уврстити у природне стимулаторе раста код живине [29, 87]. Поред тога, додатком аниса у исхрану бројлера повећава се отпорност на инфективну болест бурзе и бронхитис, а такође се повећава и укупан број леукоцита, лимфоцита и моноцита, те се сматра да је додатак аниса исхрани ефикасна замена за антибиотике [11, 112].

Пудер семена аниса има позитивну улогу у повећању параметара раста и имунолошких особина и код шарана, што је последица хемијског састава аниса, који садржи анетол, инхибиторе тирозиназе и шикиминску киселину, који успоравају продор патогених агенаса у тело рибе и одржавају рибу у здравом стању стимулишући њен имунитет [18].

Експериментима је утврђено да је етарско уље аниса врло ефикасно у сузбијању бактеријске болести пчела познате као трулеж пчелињег легла, коју изазива *Paenibacillus larvae*. При употреби етарског уља ове биљке нису утврђени токсиколошки ризици и други негативни ефекти као што је резистентност која се развија код синтетичких антибиотика [40].

Употреба у органској пољопривреди

Етарско уље аниса има високоефикасно инсектицидно и репелентно дејство на комарце [78, 38]. Инсектицидна и овицидна активност етарског уља аниса утврђена код складишних штеточина: *Tribolium confusum*, *Sitophilus orizae* и *Ephestia kuehniella* [98, 99], као и код *Lycoriella ingenuae*, штеточине која је нарочито значајна у производњи гљива [75]. Сматра се да инхибитори тирозиназе из етарског уља аниса имају кључну улогу у контроли инсеката [64].

Етарско уље аниса инхибира раст гљива: *Alternaria alternata*, *Penicillium italicum*, *P. digitatum* и *Botrytis cinerea*, што може да се искористи за производњу еколошки безбедних биоцида у технологији прераде воћа и

поврћа [1]. Такође, етарско уље аниса у концентрацији од 3000 ppm у потпуности инхибира икс вирус кромпира (PVX), мозаични вирус дувана (TMV) и вирус прстенасте пегавости дувана (TRSV), те би у скоријој будућности могли бити синтетисани препарати на бази аниса као ефикасни природни вироциди [86].

Употреба у прехранбеној индустрији

Анис се због свог ароматичног и пријатног укуса употребљава за израду бомбона, гума за жвакање, ликера, ароматичних пића, а етарско уље се често налази међу компонентама за израду пасти за зубе и освежавајућих тоника за испирање уста и освежавање даха. Користи се и за ароматизацију лекова, посебно дечјих [58].

Ликер од аниса: 50 g здробљених плодова аниса ставити у флашу и прелити са 0,6 l 70% алкохола. Оставити да одстоји 6–8 дана, уз свакодневно мућкање, након тога процедити кроз вишеслојну газу и додати охлађен шећерни сируп који се припрема од 400 g шећера и 0,5 l воде.

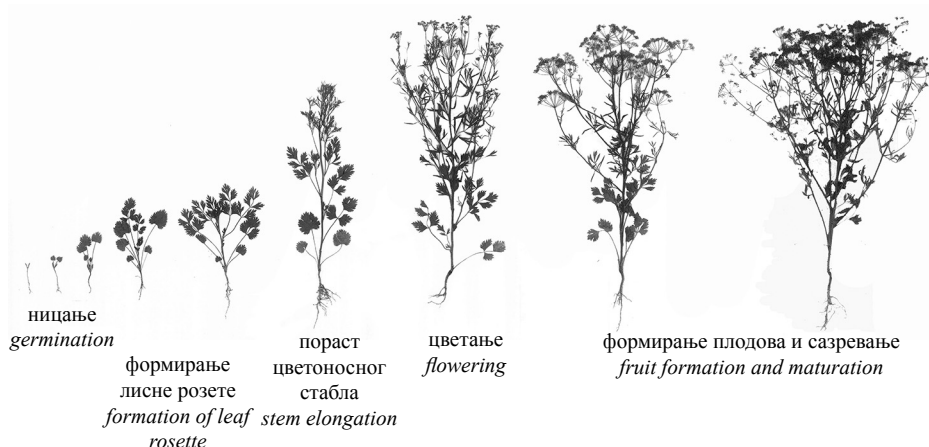
6. Фенолошке фазе и агроеколошки услови успевања аниса

У овом поглављу описане су фенолошке фазе аниса, као и захтеви који се односе на влажност, температуру и светлост током вегетационог периода као и током појединих фенолошких фаза.

6.1. Фенолошке фазе аниса

Према литературним подацима, вегетациони период аниса траје 120–150 дана [57]. Развој биљака аниса пратили смо свакодневно, што је приказано на слици 7. У току вегетационог периода установили смо пет фенолошких фаза и то су:

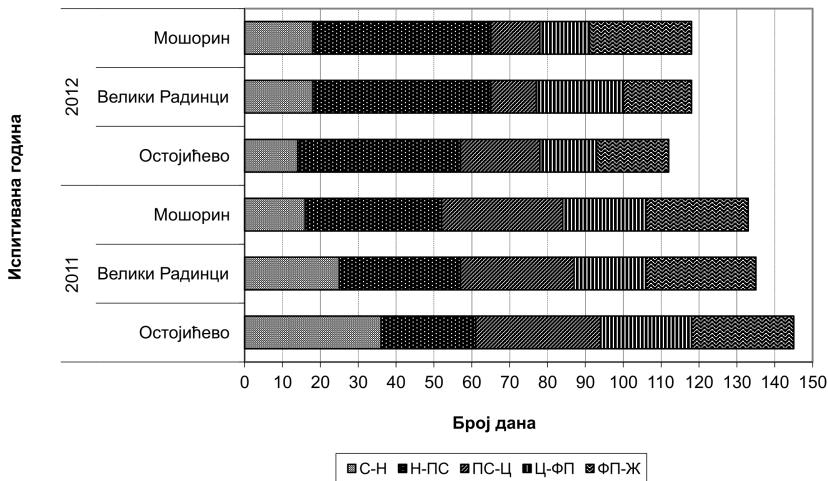
1. ницање,
2. формирање лисне розете,
3. пораст цветоносног стабла,
4. цветање и
5. формирање плодова и сазревање.



Слика 7. Фазе развоја аниса

На основу експеримената изведених током две године (2011/12) на три локалитета (Мошорин, Велики Радинци и Остојићево), нису утврђене разлике у дужини вегетационог периода аниса као ни у трајању појединачних

фенолошких фаза у зависности од примењених ђубрива (контрола, *Славол*, *BactoFil B-10*, *Royal Ofert* биохумус, глистењак и NPK). Разлике су постојале на нивоу локалитета и испитиваних година. Из графикона 1 може се видети да је вегетациони период аниса трајао од 112 до 145 дана, и да је 2011. трајао дуже (у просеку 138 дана) у односу на 2012. годину (116 дана).



Графикон 1. Трајање фенолошких фаза аниса у 2011. и 2012. години на сва три испитивана локалитета (С – сетва, Н – ницање, ПС – пораст цветносног стабла, Ц – цветање, ФП – формирање и сазревање плодова, Ж – жетва).

Према уџбеничкој литератури, од сетве до ницања прође 17–25 дана [57, 34]. У истраживањима која смо извели током 2011/12. године, период ницања је трајао од 14 до 36 дана. Ницањем се означава појава котиледона изнад површине земље. Анис клија са два ланцетаста танка котиледона са заобљеним врхом. Хипокотил је кратак, средње дебео.

Након овог периода, следи период формирања лисне розете, који се завршава са порастом цветносног стабла. Ово је најдужи период и траје 35–40 дана. У нашем истраживању формирање лисне розете је трајало од 25 до 47 дана. Овде је био јако изражен утицај временских услова на трајање ове фазе. Током 2011. године формирање лисне розете је трајало у просеку 31 дан, а 2012. просечно трајање ове фазе је било 46 дана. Продужетак ове фазе се може објаснити већом количином падавина у првом делу вегетације током 2012. године.

Од пораста цветносног стабла до почетка цветања, анису је требало од 12 до чак 33 дана, што је такође било условљено временским приликама. У току 2012. овај период је био знатно краћи (у просеку 15 дана) у поређењу са 2011. годином када је анису од пораста цветносног стабла до цветања требало 32 дана. Наиме, скраћење овог периода у 2012. години условљено је високим температурама праћеним недостатком падавина.

Са овом фенолошком фазом се завршава вегетативни развој. Трајање вегетативног периода је у просеку износило 65,5% од укупног вегетационог периода. Ово се подудара са истраживањима на коријандру, где је установљено да вегетативне фазе трају више од 50% од укупног вегетационог периода [23].

Генеративна фаза развоја почиње са цветањем, које је у нашим огледима трајало од 13 до 24 дана. И у случају ове фенолошке фазе, услови године су значајно утицали на њену дужину. Цветање је у просеку трајало 17 дана у току 2012. године, док је у 2011. трајало у просеку пет дана дуже. Према литератури овај период траје 20–25 дана.

Сазревање је у нашем истраживању трајало од 18 до 29 дана, а према подацима из литературе, овај период траје 25–30 дана. У току 2012. године, суша је убрзала процес сазревања, па је он просечно трајао 21 дан, у поређењу са 2011. када је трајао недељу дана дуже.

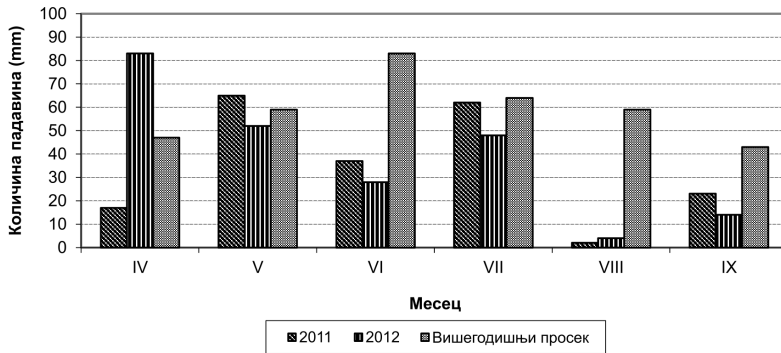
6.2. Утицај временских услова на фенолошке фазе аниса

Као што је већ наглашено, на трајање фенолошких фаза највише су утицали временски услови током године. Две године у којима је изведено истраживање међусобно су се значајно разликовале.

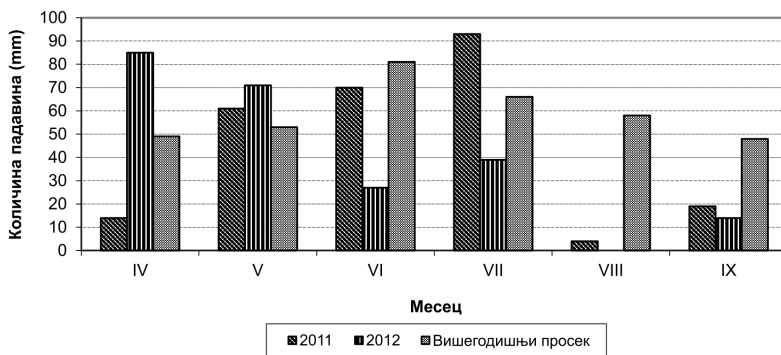
Количина падавина у 2011. години била је нешто виша (183,3 mm), док је 2012. била сушнија у поређењу са претходном годином (165,0 mm). Количина и распоред падавина током обе испитиване године, као и вишегодишњи просек падавина приказани су на графикону 2, и при томе су коришћени подаци са најближих метеоролошких станица, чија је удаљеност мања од 30 km од експерименталних парцела (за локалитет Мошорин – МС Нови Сад, за Велике Радинце – МС Сремска Митровица, и за Остојићево – МС Кикинда). Може се рећи да су у току 2011. године падавине по свим фенолошким фазама биле равномерно распоређене, док су у току 2012. године углавном биле сконцентрисане у периоду од сетве до пораста цветносног стабла, када је пало око 77% падавина од укупне количине у току вегетационог периода. У периоду цветања у 2011. години пало је 34 mm кише, а у 2012. само 20,7 mm, што је довело до скраћења ове генеративне фазе у току друге године истраживања. Поред тога, недостатак падавина у другој години истраживања јавио се и у периоду формирања и сазревања плодова, што је, поред виших средњих дневних температура, узроковало скраћење ових фенолошких фаза.

Средње дневне температуре током обе испитиване године на сва три локалитета биле су значајно више од вишегодишњег просека (графикон 3). При томе се може рећи да је 2012. била топлија у поређењу са 2011. годином. Требало би нагласити да је у току друге године истраживања вегетациони период трајао краће, али да су средње дневне температуре биле више у просеку за 1,3 °C. Више средње дневне температуре могле би бити узрок скраћења вегетационог периода аниса у другој години истраживања.

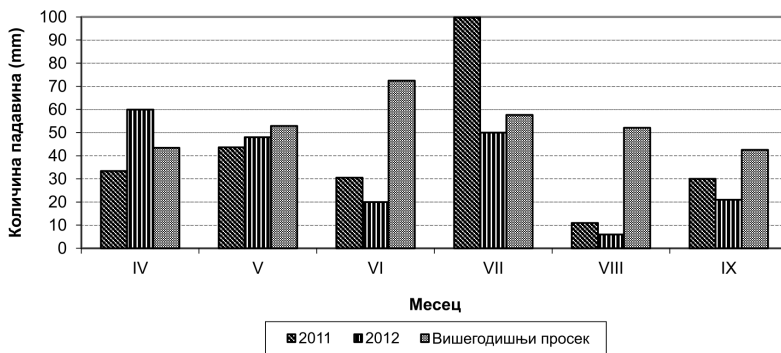
Нови Сад



Сремска Митровица

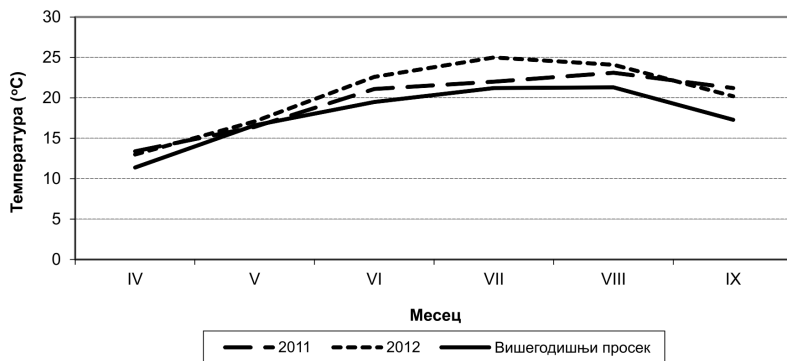


Кикинда

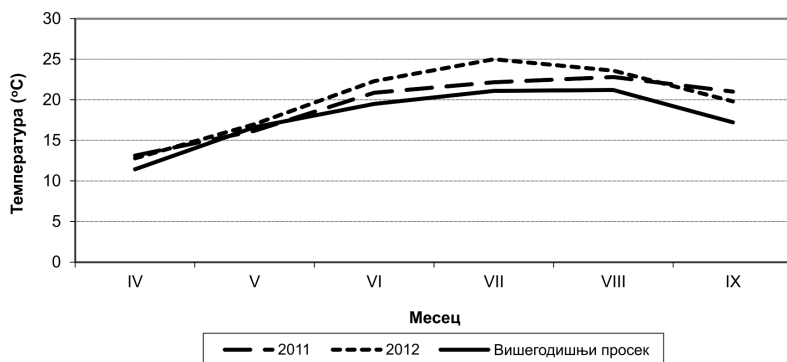


Графикон 2. Количина падавина (mm) током вегетационог периода (април–септембар) у 2011. и 2012. години као и вишегодишњи просек (1971–2012) на сва три испитивана локалитета (Републички хидрометеоролошки завод Србије)

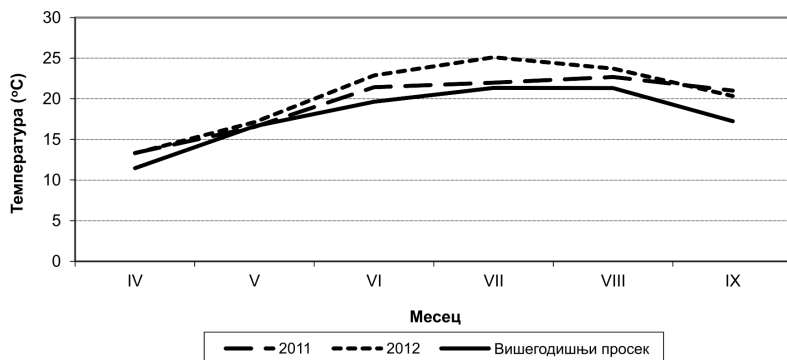
Нови Сад



Сремска Митровица

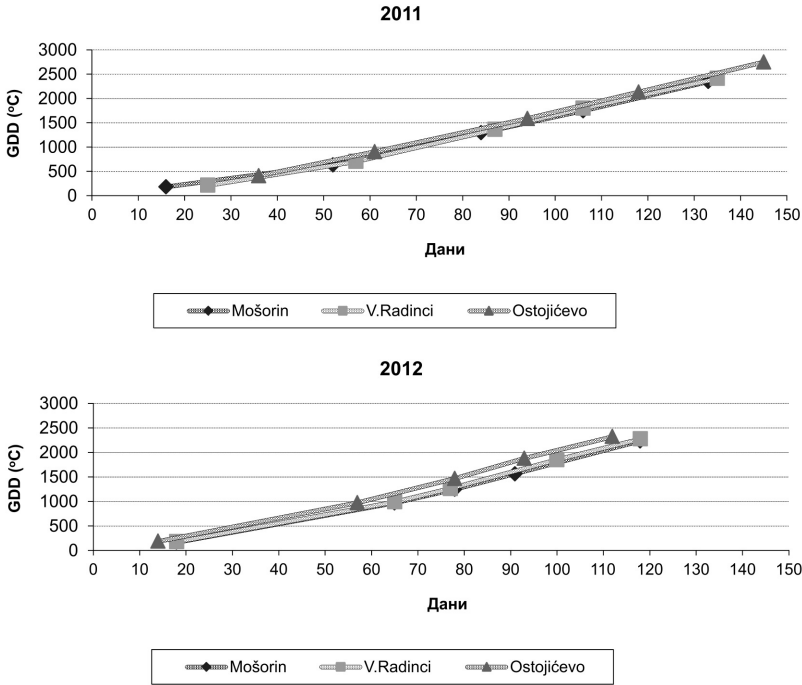


Киkinda



Графикон 3. Средње дневне температуре (°C) током вегетационог периода (април–септембар) у 2011. и 2012. години као и вишегодишњи просек (1971–2012) на сва три испитивана локалитета (Републички хидрометеоролошки завод Србије)

У току обе године истраживања и на сва три локалитета сума ефективних температура у току вегетационог периода аниса била је преко 2000 °C (графикон 4). Може се констатовати да је у току 2011. године била нешто већа (2505 °C) у поређењу са 2012. годином (2278 °C). Ово потврђује чињеницу да је анис топлољубива биљка.

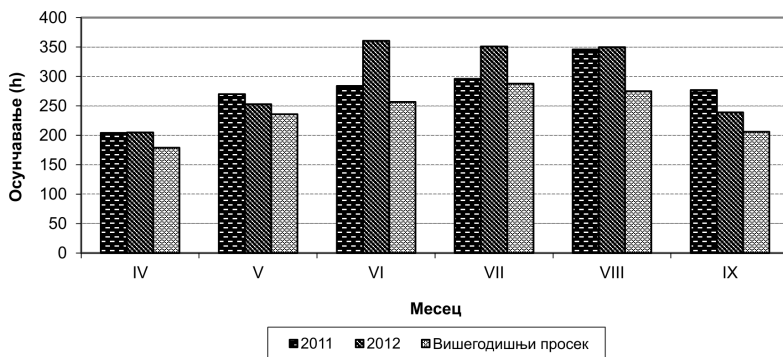


Графикон 4. Сума ефективних температура (GDD) у току фенолошких фаза аниса у 2011. и 2012. години на сва три испитивана локалитета

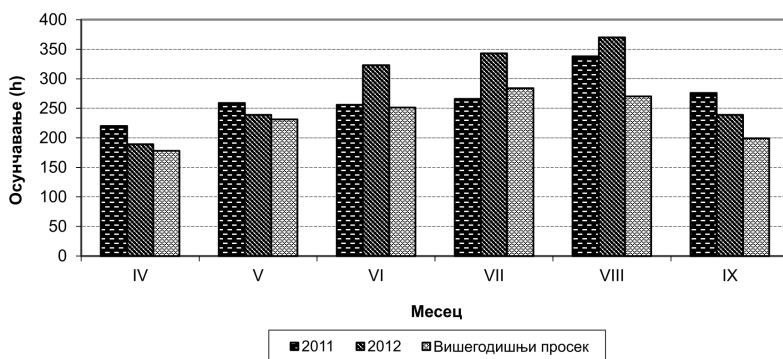
Осунчавање директно зависи од облачности, која пак прати кретање релативне влажности. Осунчавање током вегетационог периода у току обе године истраживања на сва три испитивана локалитета приказано је у графикону 5. У обе године испитивања, осунчавање је било више од вишегодишњег просека за вегетациони период (просечна вредност осунчавања за сва три локалитета је 1443 h). При томе се може констатовати да је осунчавање било веће у току 2012. године (1710 h) у поређењу са 2011. годином (1660 h).

Утицај осунчавања на трајање вегетационог периода аниса и појединих фенолошких фаза приказан је на графикону 6. Као што се може видети из приказаног графика, у току вегетационог периода аниса било је потребно више од 1000 сунчаних сати за формирање приноса. Мањи број сунчаних сати био је током 2012. (у просеку 1074) у поређењу са 2011. годином (у просеку 1145). Мањи број сунчаних сати током 2011. последица је скраћења вегетационог периода праћеног недостатком падавина и високим температурама.

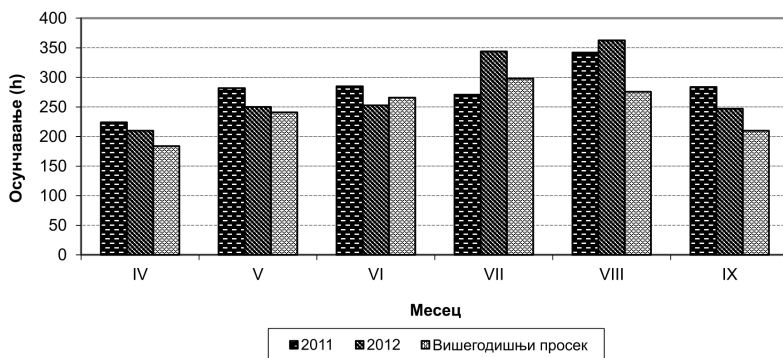
Нови Сад



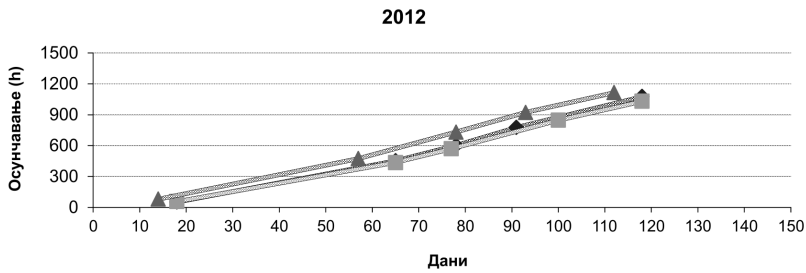
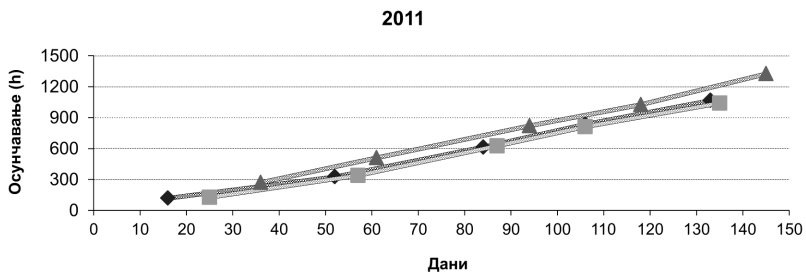
Сремска Митровица



Кикинда



Графикон 5. Осунчавање (h) током вегетационог периода (април–септембар) у 2011. и 2012. години као и вишегодишњи просек (1971–2012) на сва три испитивана локалитета (Републички хидрометеоролошки завод Србије)

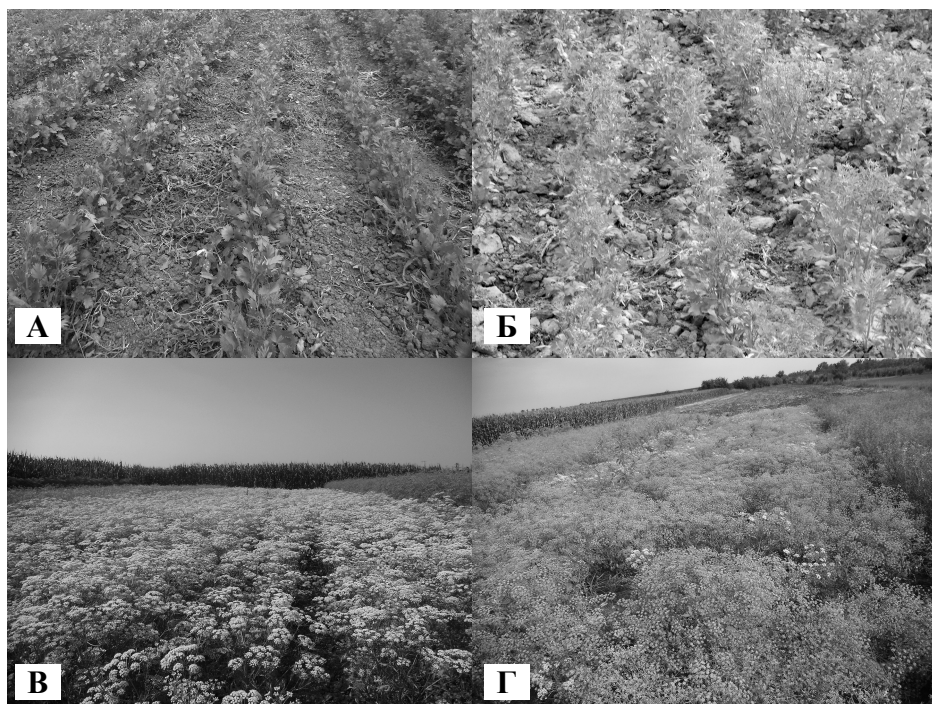


Графикон 6. Осунчавање (h) у току фенолошких фаза аниса у 2011. и 2012. години на сва три испитивана локалитета

7.

Технологија производње аниса

Анис има повољне агроеколошке услове за успевање у нашој земљи. Ово поглавље је подељено у неколико целина које су значајне за технологију производње аниса: (1) заснивање усева, где је обрађена проблематика избора земљишта и предусава, основне обраде и ђубрење, као и семе и сетва, (2) нега усева, где је поред мера неге обрађена посебна пажња на болести и штеточине и (3) жетва. У овом последњем под поглављу дате су информације о приносу и преради, као калкулација производње. На слици 8 приказани су детаљи из производње аниса у пољским условима.



Слика 8. Производња аниса у пољским условима: А) усев аниса у фази 4–5 листова, Б) усев аниса у фази пораста цветоносног стабла, В) усев аниса у фази пуног цветања, Г) усев аниса у фази формирања плодова

7.1. Заснивање усева аниса

Земљиште. Према домаћој литератури, анис нема великих захтева што се тиче земљишта, али се сматра да му дубока и оцедна земљишта повољне физичке структуре највише одговарају. Такође се може успешно гајити и на кречном и растреситом земљишту богатим хранивима, на којима је рН вредност између 6,5 и 7,2. Тешка и глиновита земљишта која су уз то и непропустљива нису погодна за гајење ове културе.

Предусев. Анис се обично гаји у плодореду после ђубрених окопавина, али и после житарица. Због појаве заједничких болести и штеточина анис не треба сејати после биљака из фамилије *Ariaceae*. На исто место анис може доћи тек након 3 године, а исто важи и за остале биљке из ове фамилије.

Основна обрада. Различити типови земљишта захтевају различит начин обраде. Препорука домаћих стручњака је да се основна обрада изведе у јесен, и да се земљиште остави у отвореним браздама током зиме. Рано у пролеће би требало затворити бразде дрљачом и изравнати површину.

Ђубрење. Неки аутори предлажу да се са орањем у основној обради земљишта унесе и 200–250 kg/ha суперфосфата, јер фосфор утиче на повећање садржаја етарског уља у плодовима аниса [33]. Други пак предлажу унос 300–400 kg/ha NPK ђубрива у формулацији 15:15:15 [91].

Семе и сетва. Анис се сеје рано у пролеће на дубини од 2–3 cm. Обично се сеје на међуредном растојању од 40 cm, при чему је потребно око 10 kg семена за хектар. Примењује се и сетва на међуредни размак 25–30 cm, при чему је за хектар потребно 13–15 kg семена. У оба случаја пожељан број биљака је око 50–60 по дужном метру.

Да би се постигло што брже и потпуније ницање биљака, семе за сетву може се претходно стратификовати што се постиже потапањем у загрејану воду од 18 °C. Семе се држи у води док не набубри, а затим га треба извадити и ставити у гомилице на температури од 18–22 °C и оставити тако да стоји 2–3 дана.

Експериментима је установљено да је оптимална температура за клијање семена аниса између 20 и 25 °C [90].

У истраживањима која смо извели током ове две године, дошли смо до закључка да је семе аниса добијено од биљака гајених током умерене 2011. имало бољу енергију клијања и укупну клијавост, као и масу 1000 семена и садржај етарског уља у поређењу са сушном 2012. годином. Бољи квалитет семенског материјала је последица дужег периода формирања плодова и синтезе етарског уља у климатским условима који више погодују биљци, а који су били током 2011. године [5].

7.3. Нега усева аниса

Механичке мере неге. У почетку анис се врло споро развија, па корови представљају озбиљан проблем. Нега усева се састоји у окопавању или међуредној култивацији и то два до три пута у циљу сузбијања коровских биљака. Обично се први пут окопава када биљке имају 4–5 листова (висина 5–6 cm), а други пут у фази пораста цветоносног стабла (око 20–30 дана после првог окопавања).

Прихрањивање. Поред механичких мера неге може се извести и прихрањивање, и то у једном или два наврата. Препоручена количина минералног ђубрива за прихрану је око 120–150 kg/ha азота.

У истраживањима која смо извели током 2011. године са биофертилизаторима на бази *Bacillus* sp. (*Bacillus subtilis* FZB24 и *RhizoVital* 42L) установили смо да се принос кретао од 480 до 563 kg/ha. Приликом примене препарата *Bacillus subtilis* FZB24 забележене су статистички значајне разлике у приносу између контроле и варијанте где је примењено третирање семена пре сетве + третирање са раствором спора концентрације 4 ml/100 l након 10 недеља када су биљке биле у фази лисне розете (5–6 листова). Иста правилност забележена је и приликом примене препарата *RhizoVital* 42 L, с тим да су се овде јавиле високо статистички значајне разлике између контроле и свих осталих третмана [4].

Болести. Од болести на анису јављају се: пламењача (*Plasmopara nivea* syn. *P. petroselini*, *P. umbelliferarum*), рђа (*Puccinia pimpinellae*) и пегавост лишћа (*Passalora malkoffii* syn. *Cercospora malkoffii*).

○ Пламењача (*Plasmopara nivea* (Unger) Schr.)

Болест се испољава на доњем лишћу прво у виду неправилно кружних, издужених жутомрких и мрко обојених пега. Затим, ткиво у оквиру ових пега бива некротирано, поцрни и сасушује се. Пеге се међусобно спајају. Последица је потпуно или делимично сушење доњег лишћа. Са наличја сасушених делова листова развија се обилна снежнобела навлака коју сачињавају конидиофоре и конидије паразита.

Симптоми болести на средњем и горњем лишћу знатно се разликују од оних на доњем. Не уочавају се карактеристичне жутомрке пеге као на доњем лишћу, већ цела површина сложених листића поцрни и сасушује се. Последица је скоро увек потпуно пропадање средњег и горњег лишћа. Са наличја, а ређе и са лица сложених листића, паразит образује обилну скраму у виду беличастог паперја.

Симптоми на петељкама се јављају у виду мркоцрних пега, издуженог облика. Пеге могу да захвате стабло и гране у виду прстена на већој дужини. У том случају долази до сушења читаве биљке или појединих грана.

Дуж петељки и петељчица цвасти паразит такође образује снежнобелу навлаку. Испод ње ткиво тамни и суши се, тако да поједини цветови и целе цвасти потпуно опадају. Плодови такође потамне и сасушују се, а на њиховој површини, као и на осталим деловима, појављује се беличаста скрама [59].

○ Рђа (*Puccinia pimpinellae* (F. Straus) Mart.)

Рђа је најзаступљенија болест аниса у Египту, где доводи до значајних губитака у приносу плода и етарског уља [113]. Симптоми се прво

појављују као мале жућкасте тачкице на наличју листова. Ове тачкице се временом повећавају и формирају светлобраон пеге са жутим ореолом. Касније инфекције се шире на стабло и штитове. Симптоми су најочљивији у периоду цветања биљака. Пустуле се могу јавити и на лицу листа. Услед јаке инфекције може доћи и до коврцања листова и њиховог превременог одумирања [83].

○ **Пегавост аниса (*Passalora malkoffii* (Bubák) U. Braun.)**

Први симптоми заразе се јављају на базалном лишћу у виду цилиндричних светлобраон тачака са тамним цртицама. Касније, цео лист добија смеђу боју, а симптоми се шире и на горње лишће и штитове. Инфицирани цветови аниса добијају браонцрну боју, као и семе, којим се гљива шири [82].

Инсекти. Инсекти не узрокују значајније штете на анису. Гусенице различитих лептира оштећују лишће, док гусенице *Depressaria depressella* нападају штитове. У Турској је као штеточина идентификован *Carterus dama* (Coleoptera: Carabidae) [60].

7.4. Жетва аниса

Жетва. Анис сазрева прилично неуједначено. Приликом одређивања момента жетве треба имати у виду у коју сврху ће се користити плодови. Утврђено је да зелени плодови имају више етарског уља од зрелих, али такво семе нема клијавост, а и наизглед је смежурано, те губи трговачку вредност и не може се користити као зачин.

За семенски материјал жетва се изводи у фази пуне зрелости, а за плод, када гране постану жућкасте, а плодови сивомрки. Жетва у јутарњим сатима, док још има росе, спречава осипање семена. На мањим површинама анис се жање ручно, чупањем биљака и трешењем семена из штитова, док се на већим површинама жава обавља житним комбајном. При механизованој жетви треба водити рачуна о томе да се подеси величина сита и јачина ветра на комбајну, јер је семе веома ситно и лако.

Принос. Принос је доста променљив и зависи од многих фактора. Према уџбеничкој литератури у нашој земљи се принос обично креће од 600 до 1000 kg/ha [57, 91]. На основу прегледане литературе, утврђено је да се принос креће у знатно ширим границама, од 314,5 kg/ha, до чак 2973,2 kg/ha [52, 31].

„У нашим двогодишњим истраживањима принос семена је био у просеку огледа 1551,2 kg/ha, и на њега су статистички значајно утицали локалитет и примењено ђубриво“ [2, стр. 108].

Прерада. Након вршидбе, уколико је жетва извршена пре фазе пуне зрелости, плодови се досушују природним (у хладовини на промајном месту) или вештачким путем (на температури до 40 °C), а затим дорађују и пакују. Дорада семена обухвата чишћење које подразумева одвајање нечистоћа које могу бити органске и неорганске. Дорађено семе се пакује у вишеслојне натрон вреће.

Плод аниса се може прерадити и дестилацијом како би се добило етарско уље. Дестилација се изводи воденом паром, а плод аниса се претходно меље како би се повећао учинак.

На принос етарског уља по хектару у нашем истраживању значајно су утицали услови године. У току повољније 2011. године са једног хектара усева аниса добијено је просечно 64 kg/ha етарског уља, док је у топлијој и сушнијој 2012. добијено за 20% мање етарског уља. Када је у питању примена различитих врста ђубрива, највећи принос етарског уља по јединици површине добијен је при примени хемијског NPK ђубрива (67 kg/ha), а затим *Royal Ofert* биохумуса (62 kg/ha).

Принос етарског уља зависи од стадијума зрелости, и креће се од 14,35 до 38,77 l/ha при чему треба нагласити да се највећи принос етарског уља по хектару добија када су примарни штитови потпуно зрели, а листови почели да жуте, а најмањи у пуној зрелости (12 дана касније) [73]. Принос етарског уља по јединици површине значајно зависи од сетвене норме, при чему се креће од 98 до 151 l/ha [100].

Калкулација производње. Калкулацијом производње аниса може се закључити да се највећи приход од плода аниса при комерцијалној откупној цени од 270 din/kg остварује при примени хемијског NPK ђубрива (384.910 din/ha), а од органских при примени биофертилизатора *BactoFil B-10* (350.640 din/ha) и *Славол* (324.560 din/ha), потом на контроли (301.510 din/ha), док је најмањи при примени глистењака и *Royal Ofert* биохумуса. Међутим, ако имамо у виду да органски произведене биљке постижу око 20% већу цену, примена биофертилизатора је у потпуности исплатива за овај вид производње [7].

Када је у питању етарско уље аниса може се рећи да је његова производња мање исплатива од производње плода. При производњи етарског уља највећа добит при комерцијалној откупној цени од 5.000 din/kg се остварује при примени хемијског NPK ђубрива (234.280 din/ha). Примена *Royal Ofert* биохумуса и глистењака није економски исплатива, чак има негативан биланс, док примена биофертилизатора повећава добит за 8,5–14,5% у поређењу са контролом (176.180 din/ha). Како органски производи имају све већу тражњу, нарочито у прехранбеној индустрији, органски произведено етарско уље аниса би могло имати велики потенцијал за приход, при чему као најисплативија такође фигурира примена биофертилизатора.

8.

Звездасти анис (*Illicium verum* Hook.)

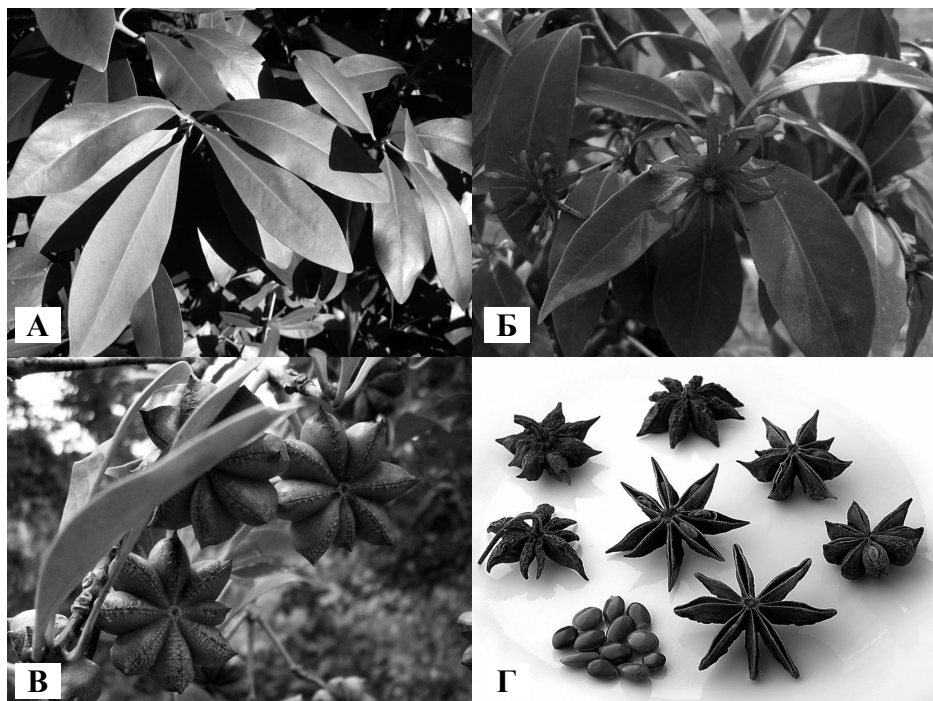
Звездасти анис (*Illicium verum* Hook.) од давнина је позната врста. У Кини, одакле је пореклом ова биљка, користили су је чак 100 година пре нове ере. У Европи је постала позната у XVI веку захваљујући енглеском морепловцу Кавендишу. Иначе, ова биљка припада фамилији *Magnoliaceae* и расте као зимзелено дрво или жбун. Има веома узак ареал гајења, који обухвата јужни део Кине и Вијетнам [41]. Поред тога, повољне услове за раст има и на Јамајци, Лаосу и Филипинима.

У овом поглављу дат је приказ морфолошких карактеристика звездастог аниса, хемијски састав и употреба. Такође, дате су информације и о условима успевања и гајењу.

8.1. Морфологија звездастог аниса

Звездасти анис расте као дрво висине 8–15 m, а стабло је у пречнику око 25 cm. Кора дрвета је бледозелена, листови су прости, овални, дугачки 10–15 cm, и широки 2,5–5,5 cm, наизменично распоређени (слика 9А). Цветови су појединачни, у пречнику 1,5–4 cm, светлорозе до црвени, двополни (слика 9Б). Цветови се формирају аксиларно или субтерминално. Капсула плода има облик звезде са осам крака, која у пречнику обично има 2,5 до 4,5 cm. Након сазревања ова капсула постаје дрвенаста, браон боје. У сваком краку се налази семе. Семе је сјајнобраон боје, 7–10 mm дугачко, 4–6 mm широко и 2,5–3 mm дебљине (слика 9В).

Веома слична врста је јапански звездасти анис (*Illicium anisatum* L.) али он није јестив јер садржи неуротоксине (анисатин и неоанисатин), који изазивају озбиљне неуролошке и гастроинтестиналне проблеме као што су конвулзије, дијареја и повраћање. Стога се препарати од ове биљке не примењују интерно, већ искључиво екстерно за лечење неких кожних болести и реуме. Главна разлика је у изгледу чаура ове две врсте; *I. verum* има осам кракова, док *I. anisatum* обично има од 10 до 13. Поред тога, ова друга врста има и непријатан мирис.



Слика 9. Звездасти анис: А) листови звездастог аниса [119], Б) цветови звездастог аниса [120], В) неотворене капсуле звездастог аниса [121], Г) капсула и семе звездастог аниса [122]

8.2. Хемијски састав и употреба звездастог аниса

Сува капсула плода или чаура (без семена) садржи 8–10% етарског уља, око 20% масног уља и друге материје као што су олеорезине, танини, пектини и слуз. Семе има мање етарског уља (2,5–5,0%) али садржи много више масног уља (око 55%). Листови такође садрже етарско уље, али у малом проценту (око 0,5%).

Састав етарског уља *Illicium verum* је готово идентичан са *Pimpinella anisum*. Удео *транс*-анетолa у етарском уљу звездастог аниса се креће од 85 до 95%. Остале компоненте су: α -пинен, лимон, β -феландрен, α -терпинеол, фарнесол и сафрол [27].

Анализом звездастог аниса који се може наћи на нашем тржишту, установљено је да семе садржи 4,27% етарског уља са 15 компоненти које су приказане у табели 6. Као што се може видети, најзаступљенији је *транс*-анетол са 94,9%, затим следе лимонен са 2,7% и метилкавикол са 1,3%, док су остале компоненте биле присутне са мање од 1%.

Табела 6. Компоненте старског уља семена звездастог аниса

Редни број	Комонента	Р.Т.	Р.И.	%
1	α -пинен	5.834	935	0,2
2	β -пинен	7.050	975	траг
3	α -феландрен	7.910	1008	траг
4	δ -3-карен	8.094	1013	0,2
5	<i>p</i> -цимен	8.582	1027	0,1
6	лимонен	8.719	1031	2,7
7	линалол	11.404	1103	0,1
8	α -терпинеол	15.315	1192	траг
9	метилкавикол	15.616	1200	1,3
10	<i>цис</i> -анетол	18.067	1255	0,2
11	<i>p</i> -анисалдехид	18.288	1258	траг
12	<i>транс</i> -анетол	19.591	1291	94,9
13	α -копаен	23.523	1380	траг
14	<i>транс</i> -кариофилен	25.413	1424	0,1
15	<i>транс</i> - α -бергамотен	26.119	1440	0,1
16	<i>транс</i> - β -фарнезен	27.078	1448	траг
17	<i>транс</i> -метилизоеугенол	28.742	1503	траг
15	фоеницулин	35.959	1683	0,1
Монотерпенски угљоводоници				3,2
Монотерпенски алкохоли				0,1
Фенилпропени				96,4
Сесквитерпени				0,3

траг – заступљеност компоненте мања од 0,1%; Р.Т. – ретенционо време; Р.И. – ретенциони индекс

Масно уље чине олеинска (63,24%), линолеинска (24,40%), стеаринска (7,93%) и миристинска (4,43%) киселина [41]. Ово масно уље може да се користи у исхрани, као и у козметичкој индустрији за справљање сапуна и парфема.

Звездасти анис има дугу историју употребе у азијским земљама, нарочито у Кини. У овом делу света од плодова аниса (*Anisi stellati fructus*) справља се традиционални чај за лечење нервозе и несанице, док се старско уље (*Anisi stellati aethroleum*) користи против болова у стомаку и повраћања. Такође, звездасти анис се користи као зачин за јела од меса и поврћа, за припрему десерта, пецива и напитака. У ту сврху најчешће се користи млевени плод. Пудер од плода има карактеристичну црвенкастобраон боју и један је од пет основних зачина традиционалне азијске кухиње (поред каранфилића, цимета, бибера и морача).

Бројним истраживањима потврђено је да звездасти анис има антимикробне [47] и антиоксидативне особине [109]. Такође, делује и као инсектицид [106]. Као и у случају аниса (*Pimpinella anisum*), сматра се да је *транс*-анетол компонента која условљава ова дејства.

Ипак, најзначајнија употреба звездастог аниса у фармацеутској индустрији је за изолацију шикиминске киселине, која се користи за производњу лека Tamiflu® (оселтамивир фосфат). Овај лек који спада у групу инхибитора неураминидазе употребљава се за лечење вируса грипа H5N1 (тзв. птичји грип) [105].

8.3. Услови успевања и гајење звездастог аниса

Као што је већ напоменуто, звездасти анис је биљка са веома уским ареалом успевања. Расте на поднебљу са тропском и суптропском климом, и то на надморским висинама изнад 2000 метара. Обично се налази у планинској регији јужније од 25° северне географске ширине. Просечна годишња температура у овом региону је око 19 °С, а температуре у најхладнијим месецима нису испод 10 °С, док је просечна годишња количина падавина изнад 1300 mm, а релативна влажност је изнад 78%. Земљиште на којем најбоље успева је добро дренирано, слабо кисело дубине од 120 cm или више.

Звездасти анис се размножава искључиво семеном. Пошто семе веома брзо губи клијавост, сеје се одмах, најбоље три дана након жетве, у добро припремљеним лејама, на размаку од 3 до 4 cm. Када биљчице формирају четири листа, пресађују се на размак од 25 cm, где расту наредне три године. Након тог периода, биљке се саде на размаку од 5 m, са око 400 дрвета по хектару. Младо дрво звездастог аниса обично први пут цвета тек након десет година.

Цветање је веома необично. Постоје три сезоне цветања звездастог аниса. Прво цветање у години је од марта до краја априла. Међутим, цветови су стерилни и не развијају се у плодове. Друго цветање је од јула до августа, и обично траје само две до три недеље. Цветови су много крупнији од претходних и од њих се развијају плодови. Међутим, неки од плодова превремено сазревају у периоду од новембра до јануара. Трећи круг цветања почиње одмах након другог, некад чак истовремено. Међутим, ови цветови су веома мали и развијају се у плодове од августа до октобра. Ови цветови дају веома висок принос, а ова жетва даје око 80% укупног приноса.

Како се квалитет звездастог аниса одређује на основу количине етарског уља, а пошто је највећа количина забележена у периоду пре пуне зрелости, берба се врши када плод почне да мења боју из зелене у жутобраон, и перикарп још није отворен (слика 9Г).

Бербу обављају деца, која се пењу на дрвеће, и одрасли који бербу обављају са земље коришћењем дрвених кука. Понекад се берба обавља и трешењем. Плодови се сакупљају у платнене вреће или плетене корпе, а суше се на сунцу 3–4 дана, док не добију карактеристичну црвенкастобраон боју, када перикарп пуца, и ослобађа се карактеристична арома. Тада се плодови склањају са сунца и чисте се (отклања им се петелка, листови и друге примесе и врши се класификација. Прву класу чине плодови пречника 2,5 cm (мин 85%), а другу класу чине сломљени плодови и плодови мањег пречника. Плодови ускладиштени на сувом и хладном месту могу да се чувају 3–5 година.

Принос је у првим годинама низак, обично 0,5 до 1 kg свежег плода по дрвету, и повећава се са старошћу. Принос је највећи након 20 година, и износи око 30 kg свежег плода по дрвету [41]. Од 4–5 kg свежег плода добија се око 1 kg сувог, а од око 10 kg свежег плода око 1 kg етарског уља.

9.

Индекс појмова

- агроэколошки услови успевања 31
Anisi aethroleum 17
Anisi fructus 14, 17
Anisi pulvis 14, 15, 16
антиинфламаторно дејство 25, 26, 28
антиканцерогено дејство 25, 28
антимикробна активност 25, 28
антиоксидативна активност 27, 28
- болести 41
брадавичаста длака 14, 15
број
– семена у штиту 10, 13
– штитова по биљци 9, 10, 13
- висина биљака 9, 10
- гајење 40
GC/FID 20, 21
- димензије семена 13, 14
- ђубрење 40
- ендосперм 14
епокси-псеудоизоэугенил
2-метилбутират 21
етарско уље 17, 20
- жетва 42
- земљиште 40
- Illicium verum* Нокс. 44
- калкулација производње 43
каналы са етарским уљем 14
- маса 1000 семена 13
масно уље 17
мерикарп 13
метилкавикол 21, 24
микроталасно асистирана
дестилација 19
монотерпени 20, 23
морфолошке карактеристике 9
- нега усева 41
нервни систем 25, 27
- олеинска киселина 17
Oleum anisi 17
основна обрада 40
- Passalora malkoffii* 41, 42
перикарп 14, 15, 16
петроселинска киселина 17
Pimpinella anisum L. 8, 9
Pimpinella major (L.) Huds. 8
Pimpinella saxifraga L. 8
Plasmopara nivea 41
пречник штитова 10, 13
предусев 40
прерада 42
прихрањивање 41
принос 42
Puccinia pimpinellae 41

репродуктивни систем 27

сесквитерпени 20, 22

сетва 40

систем органа

– за дусање 26

– за варење 25

суперкритична CO₂ екстракција 19

транс-анетол 17, 21, 24

транс-псеудоизоугенил

2-метилбутират 21

употреба

– у органској пољопривреди 29

– у ветерини и сточарству 29

услови успевања 47

фенолошке фазе 31, 33

фенолпропени 21

фитохемијски маркери 21

херба 17

хидродестилација 19

хроматограм 20, 21

цис-анетол 20, 21, 24

шизокарп 13

10.

Литература – References

1. Abo-El-Seoud M., El-Tobgy K. (2010): Production of environmentally safe biocides from essential oils having antimicrobial activity. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 43(4):324–331.
2. Aćimović M. (2013): Produktivnost i kvalitet kima, anisa i korijandra u sistemu organske poljoprivrede. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Zemun, Univerzitet u Beogradu, str: 6, 96, 108, 146.
3. Aćimović M., Dojčinović N. (2014): Pregled farmakoloških osobina ploda anisa (*Pimpinella anisum* L.). Lekovite sirovine, Beograd, 34:3–17.
4. Aćimović M., Jaćimović G., Oljača S., Sharaf-Eldin M., Đukanović L., Vuga-Janjatov V. (2011): Efikasnost biofertilizatora na klijavost i prinos kima, anisa i korijandera. Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, 35(1):67–74.
5. Aćimović M., Korać J., Jaćimović G., Oljača S., Đukanović L., Vuga-Janjatov V. (2014): Influence of ecological conditions on seeds traits and essential oil contents in anise (*Pimpinella anisum* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 42(1):232–238.
6. Aćimović M., Oljača S. (2013): Mogućnosti primene kima, anisa i korijandra u organskoj proizvodnji. Biljni lekar, 41(4):460–466.
7. Aćimović M., Oljača S., Kovačević D., Filipović V., Tasić S., Tešević V. (2013): Kalkulacija proizvodnje ploda i etarskog ulja anisa u sistemu organske i konvencionalne poljoprivrede. Lekovite sirovine, Beograd, 33:73–81.
8. Aćimović M., Oljača S., Tešević V., Todosijević M., Đisalov J. (2014): Evaluation of caraway essential oil from different production areas of Serbia. Horticultural Science (Prague), 41(3):122–130.
9. Akhtar A., Deshmukh A.A., Bhonsle A.V., Kshirsagar P.M. and Kolekar M.A. (2008): *In vitro* antibacterial activity of *Pimpinella anisum* fruit extracts against some pathogenic bacteria. Veterinary World, 1(9):272–274.
10. Al-Bayati F.A. (2008): Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. Journal of Ethnopharmacology, 116:403–406.
11. Al-Beitawi N.A., El-Ghousein S.S. and Athamneh M.Z. (2010): Effect of adding crushed *Pimpinella anisum*, *Nigella sativa* seeds and *Thymus vulgaris* mixture to antibiotics-free rations of vaccinated and non-vaccinated male broilers on growth performance, antibody titer and haematological profile. Italian Journal of Animal Science, 9(43):222–228.
12. Albert-Puleo M. (1980): Fennel and anise as estrogenic agents. Journal of Ethnopharmacology, 2:337–344.

13. Al-Ismail K.M. and Aburjai T. (2004): Antioxidant activity of water and alcohol extracts of chamomile flowers, anise seeds and dill seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:173–178.
14. Al-Maofari A., El-Hajjaji S., Debbab A., Zaydoun S., Ouaki B., Charof R., Mennane Z., Hakiki A., Mosaddak M. (2013): Chemical composition and antibacterial properties of essential oils of *Pimpinella anisum* L. growing in Morocco and Yemen. *Scientific Study and Research – Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 14(1):11–16.
15. Al-Mofleh I.A., Alhaider A.A., Mossa J.S., Al-Soohaibani M.O., Rafatullah S. (2007): Aqueous suspension of anise „*Pimpinella anisum*“ protects rats against chemically induced gastric ulcers. *World Journal of Gastroenterology*, 13(7):1112–1118.
16. Al-Muhsen S.S. and Al-Qbaidi W.A. (2012): Effects of *Pimpinella anisum* extract on salivary counts of Streptococci in comparison to chlorhexidine in vivo. *Journal of College of Dentistry*, 24(1):131–134.
17. Aloghareh R.R., Tahmasebi B.K., Safari A., Armand R., Odivi A.G. (2013): Changes in essential oil content and yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.) under different irrigation regimes. *International Journal of Agriculture and Crops Sciences*, 6(7):364–369.
18. Areej A.M., Al-Shawii S.A. and Ahmed Ali A.A. (2012): Role of anise seeds powder (*Pimpinella anisum*) on some blood aspects and growth parameters of common carp fingerlings (*Cyprinus caprio* L.). *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(11):1081–1086.
19. Arslan N., Gurbuz B. And Sarihan E.O. (2004): Variation in essential oil content and composition in Turkish anise (*Pimpinella anisum* L.) populations. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28:173–177.
20. Ateş D.A. and Erdoğan Ö.T. (2003): Antimicrobial activities of various medicinal and commercial plant extracts. *Turkish Journal of Biology*, 27:157–162.
21. Bayram I., Cetingul I.S., Akkaya B. and Uyarlar C (2007): Effects of aniseed (*Pimpinella anisum* L.) on egg production, quality, cholesterol levels, hatching results and the antibody values in blood of laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Archiva Zootechnica*, 10:73–77.
22. Boskabady M.H. and Ramazani-Assari M. (2001): Relaxant effect of *Pimpinella anisum* on isolated guinea pig tracheal chains and its possible mechanism(s). *Journal of Ethnopharmacology*, 74:83–88.
23. Carrubba A., la Torre R., Saiano F. and Alonzo G. (2006): Effect of sowing time on coriander performance in a semiarid Mediterranean environment. *Crop Science*, 46:437–447.
24. Castro H.T., Martínez J.R., Stashenko E. (2010): Anethole isomerization and dimerization induced by acid sites or UV irradiation. *Molecules*, 15:512–530.
25. Cengiz N., Özbek H. and Him A. (2008): Hepatoprotective effects of *Pimpinella anisum* seed extract in rats. *Pharmacologyonline*, 3:870–874.
26. Chaudhry N.M.A. and Tariq P.(2006): Bactericidal activity of black pepper, bay leaf, niseed and coriander against oral isolates. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 19(3):214–218.
27. Chouksey D., Sharma P., Pawar R.S. (2010): Biological activities and chemical constituents of *Illicium verum* Hook fruits (Chinese star anise). *Der Pharmacia Sinica*, 1(3):1–10.

28. Christaki E.V., Bonos E.M. and Florou-Paneri P.C. (2011): Use of anise seed and/or α -tocopheryl acetate in laying Japanese quail diets. *South African Journal of Animal Science*, 41(2):126–133.
29. Ciftci M., Güler T., Dalkılıç B. and Ertas O.N. (2005): The effect of anise oil (*Pimpinella anisum* L.) on broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*, 4(11):851–855.
30. Darzi M.T. (2012): Influence of organic manure and bacterium of *Bacillus circulans* on yield and essential oil concentration in anise (*Pimpinella anisum*). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(2):64–69.
31. Darzi MT, Haj S, Hadi MR, Rejali F (2012): Effects of the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium on the morphological traits and seed yield of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2):215–219.
32. Denev R.V., Kuzmanova I.S., Momchilova S.M., Nikolova-Damyanova B.M. (2011): Resolution and quantification of isomeric fatty acids by silver ion HPLC: fatty acid composition of aniseed oil (*Pimpinella anisum*, Apiaceae). *Journal of AOAC International*, 94(1):4–8.
33. Đorđević V. (2002): Gajenje lekovitog bilja. Nolit, Beograd.
34. Dražić S. (2004): Gajenje ljekovitog bilja. Counterpart International, Brčko Distrikt, BiH, pp:31–33, 80.
35. Dweck A.C. (2004): General introduction to *Pimpinella* and *Illicium*. Ed: Jodral M.M. in: *Illicium, Pimpinella* and *Foeniculum*. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles, CRC Press
36. El-Tobgy K.M.K., Osman Y.A.H. and El-Sherbini E.S.A. (2009): Effect of laser radiation on growth, yield and chemical constituents of anise and cumin plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(5):522–528.
37. Embong M.B., Hadziyev D., Molnar S. (1977): Essential oils from spices grown in Alberta. Anise oil (*Pimpinella anisum*). *Canadian Journal of Plant Science*, 57:681–688.
38. Erler F., Ulug I. and Yalcinkaya B. (2006): Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*. *Fitoterapia*, 77:491–494.
39. Faravani M., Salari B., Heidari M., Kashki M.T., Gholami B.A. (2013): Effects of fertilizer and plant density on yield and quality of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 58(3):209–215.
40. Gende L.B., Maggi M.D., Fritz R., Eguaras M.J., Bailac P.N. and Ponzi M.I. (2009): Antimicrobial activity of *Pimpinella anisum* and *Foeniculum vulgare* essential oils against *Paenibacillus larvae*. *Journal of Essential Oil Research*, 21(1): 91–93.
41. George C.K. (2000): Star anise. In *Handbook of Herbs and Spices*, Volume 2, Edited by Peter K.V. CRC Press.
42. Gülçin İ., Oktay M., Kireççi E. and Küfrevioğlu O.İ. (2003): Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry*, 83:371–382.
43. Hadžović S. and Pilipović S. (1999): Ljekovito bilje i izrada preparata iz ljekovitog bilja. Šahinpašić, Sarajevo, pp. 157–158.
44. Haghiri H., Gorji A. and Hami J. (2010): Effects of *Pimpinella anisum* on spreading depression in rat neocortical tissue. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*, 17(3):184.
45. Haliem E., Nesreen G. A. and Doha S. M. (2011): The effect of aspartame on the histological structure of the liver and renal cortex of adult male albino

- rat and the possible protective effect of *Pimpinella anisum* oil. The Egyptian Journal of Histology, 34(4):715–726.
46. Hassan W.N. and Saed A.M. (2010): Protective effect of anise fruit (*Pimpinella anisum*) against osteoporosis in rat model. American Journal of Biomedical Sciences, 3(1):49–56.
 47. Huang Y., Zhao J., Zhou L., Wang J., Gong Y., Chen X., Guo Z., Wang Q., Jiang W. (2010): Antifungal activity of the essential oil of *Illicium verum* fruit and its main component *trans*-anethole. Molecules, 15:7558–7569.
 48. Ipek A., Demirayak S. and Gurbuz B. (2004): A study on the adaptation of some anise (*Pimpinella anisum* L.) population to Ankara conditions. Journal of Agricultural Sciences, 10(2):202–205.
 49. Irani M., Varastegani A., Ziariarimi A. and Jadidi B.I. (2013): The effects different levels of aniseed (*Pimpinella anisum* L.) medicinal plant on laying hens performance. Journal of Medicinal Plants Research, 7(18):1249–1254.
 50. Iyer S.R., Rajeshwari C.U. Andallu B. (2013): Antihemolytic and antiinflammatory activities of aniseed (*Pimpinella anisum* L.). Journal of Advance Pharmaceutical Research and Bioscience, 1(2):52–59.
 51. Jamshidzadeh A., Hamedi A., Altalqi A., Najibi A. (2014): Comparative evaluation of analgesic activities of aniseed essential and fixed oils. International Journal for Pharmaceutical Research Scholars, 3(1):227–235.
 52. Jevđović R., Maletić R. (2006): Effects of application of certain types of fertilizers on anise seed yield and quality. Journal of Agricultural Sciences, 51(2):117–122.
 53. Jevđović R.D., Todorović G.N., Marković T.Lj., Kostić M.B., Sivčev I.L., Stanković S.R. (2012): Effect of fertilization on yield, seed quality and content of essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.) and dill (*Anethum graveolens* L.). Proceedings of the 7th CMAPSEEC, Subotica, 27–31 May 2012, Republic of Serbia.
 54. Kadan S. Rayan M. and Rayan A. (2013): Anticancer activity of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extract. The Open Nutraceuticals Journal, 6:1–5.
 55. Karimzadeh F., Hosseini M., Mangeng D., Alavi H., Hassanzadeh G.R., Bayat M., Jafarian M., Kazemi H. and Gorji A. (2012): Anticonvulsant and neuroprotective effects of *Pimpinella anisum* in rat brain. BMC Complementary and Alternative Medicine, 12:76 (<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/12/76>).
 56. Khodakrami N., Moatar F. and Ghahiri A. (2008): Comparison of the effect of an herbal drug (SCA) and mefenamic acid on primary dysmenorrhoea a clinical control trial. Ofogh-e-Danesh. GMUHS Journal, 14(2):11–19.
 57. Kišgeci J. (2002): Lekovito bilje: gajenje, sakupljanje, upotreba. Partenon, Beograd.
 58. Kitanović M. (2006): Blago u mom vrtu: gajenje i primena lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja. Beoknjiga, Beograd.
 59. Kljajić R. (1958): Osipanje cvetova *Pimpinella anisum* L. Acta Pharmaceutica Jugoslavica, 8(1):3–6.
 60. Koçak E., Kesdek M., Yildirim E. (2007): A new anise (*Pimpinella anisum* L.) pest: *Carterus dama* (Rossi, 1972) (Coleoptera: Carabidae). S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(42):1–3.
 61. Kosalec I., Pepeljnjak S. and Kuštrak D. (2005): Antifungal activity of fluid extract and essential oil from anise fruits (*Pimpinella anisum* L., *Apiaceae*). Acta Pharmaceutica, 55:377–385.

62. Kreydiyyeh S.I., Usta J., Knio K., Markossian S. and Dagher S. (2003): Aniseed oil increases glucose absorption and reduces urine output in the rat. *Life Sciences*, 74:663–673.
63. Kubo I. and Himejima M. (1991): Anethole, a synergist of polygodial against filamentous microorganisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39:2290–2292.
64. Kubo I. and Kinst-Hori I. (1998): Tyrosinase inhibitors from anise oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:1268–1271.
65. Kucukkurt I., Avci G., Eryavuz A., Bayram I., Cetingul I.S., Akkaya A.B. and Uyarlar C. (2009): Effects of supplementation of aniseed (*Pimpinella anisum* L.) at various amounts to diets on lipid peroxidation, antioxidant activity and some biochemical parameters in laying quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Kocatepe Veterinary Journal*, 2(1):1–5.
66. Kürkçüoğlu M., Koşar M., Başer K.H.C. (2007): Comparison of microwave-assisted hydrodistillation and hydrodistillation methods for *Pimpinella anisum* L. Uluslararası Doğal Maddeler Kimyası Sempozyumu (7TH SCNC). http://bildiri.anadolu.edu.tr/papers/bildirimakale/399_417u73.pdf
67. Lee J.B., Yamagishi C., Hayashy K. and Hayashi T. (2011): Antiviral and immunostimulating effects of lignin-carbohydrate-protein complex from *Pimpinella anisum*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 75(3):100645–1–7.
68. Mohammed M.J. (2009): Isolation and identification of anethole from *Pimpinella anisum* L. fruit oil. An antimicrobial study. *Journal of Pharmacy Research*, 2(5):915–919.
69. Naher S., Ghosh A., Aziz S. (2012): Comparative studies on physicochemical properties and GC-MS analysis of the two varieties of the aniseed (*Pimpinella anisum* Linn.) in Bangladesh. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*, 2(2):92–95.
70. Nahidi F., Kariman N., Simbar M. and Mojab F. (2012): The study on the effects of *Pimpinella anisum* on relief and recurrence of menopausal hot flashes. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(4):1079–1085.
71. Orav A., Raal A. and Arak E. (2008): Essential oil composition of *Pimpinella anisum* L. Fruits from various European countries. *Natural Product Research*, 22(3):227–232.
72. Özcan M.M. and Chalchat J.C. (2006): Chemical composition and antifungal effect of anise (*Pimpinella anisum* L.) fruit oil at ripening stage. *Annals of Microbiology*, 56(4):353–358.
73. Ozel A. (2009): Anise (*Pimpinella anisum*): changes in yields and component composition on harvesting at different stages of plant maturity. *Experimental Agriculture*, 45:117–126.
74. Özel A. (2009): Changes on essential oil composition of aniseed (*Pimpinella anisum* L.) during ten maturity stages. *Asian Journal of Chemistry*, 21(2): 1289–1294.
75. Park I.K., Choi K.S., Kim D.H., Choi I.H., Kim L.S., Bak W.C., Choi J.W. and Shin S.C. (2006): Fumigant activity of plant essential oils and components from horseradish (*Armoracia rusticana*), anise (*Pimpinella anisum*) and garlic (*Allium sativum*) oils against *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae). *Pest Management Science*, 62:723–728.
76. Picon P.D., Picon R.V., Costa A.F., Sander G.B., Amaral K.M., Aboy K.M. and Henriques A.T. (2010): Randomized clinical trial of a phytotherapeutic compound

- containing *Pimpinella anisum*, *Foeniculum vulgare*, *Sambucus nigra* and *Cassia augustifolia* for chronic constipation. BMC Complementary and Alternative Medicine, 10:17 (<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/10/17>).
77. Pourgholami M.H., Majzoob S., Javadi M., Kamalinejad M., Fanaee G.H.R. and Sayyah M. (1999): The fruit essential oil of *Pimpinella anisum* exerts anticonvulsant effects in mice. Journal of Ethnopharmacology, 66:211–215.
78. Prajapati V., Tripathi A.K., Aggarwal K.K. and Khanuja S.P.S. (2005): Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. Bioresource Technology, 96:1749–1757.
79. Quinones-Gutierrez Y., Verde-Star M.J., Rivas-Morales C., Oranday-Cardenas A., Mercado-Hernandez R., Chavez-Montes A. and Barron-Gonzalez M.P. (2013): *In vitro* study of antiamebic activity of methanol extract of fruit of *Pimpinella anisum* on trophozoites of *Entamoeba histolytica* HM1-IMSS. African Journal of Biotechnology, 12(16):2065–2068.
80. Rajeshwari C.U., Abirami M. and Andallu B. (2011): In vitro and in vivo antioxidant potential of aniseed (*Pimpinella anisum*). Asian Journal of Experimental Biological Sciences, 2(1):80–89.
81. Rajeshwari U., Shobha I. and Andallu B. (2011): Comparison of aniseeds and coriander seeds for antidiabetic, hypolipidemic and antioxidant activities. Spatula DD, 1(1):9–16.
82. Rzurum K.E., Demirci F., Karakaya A., Çakır E., Tuncer G., Maden S. (2005): Passalora blight of anise (*Pimpinella anisum*) and its control in Turkey. Phytoparasitica, 33(3):261–266.
83. Saber W.I.A., Ghoneem K.M., El-Metwally M.M. (2009): Identification of newly detected *Puccinia pimpinellae* on anise plant in Egypt and its control using biotic and abiotic elicitors in relation to growth and yield. African Journal of Microbiology Research, 3(4):153–162.
84. Shobha R.I., Rajeshwari C.U. and Andallu B. (2013): Anti-peroxidative and anti-diabetic activities of aniseeds (*Pimpinella anisum* L.) and identification of bioactive compounds. American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics, 1(5):516–527.
85. Shojaii A. and Fard M.A. (2012): Review of Pharmacological Properties and Chemical Constituents of *Pimpinella anisum*. ISRN Pharmaceutics, vol. 2012, Article ID 510795, 8 pages.
86. Shukla H.S., Dubey P. and Chaturvedi R.V. (1989): Antiviral properties of essential oils of *Foeniculum vulgare* and *Pimpinella anisum* L. Agronomie, 9:277–279.
87. Soltan M.A., Shewita R.S. and El-Katcha M.I. (2008): Effect of dietary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. International Journal of Poultry Science, 7(11):1078–1088.
88. Spasić L. (2009): Primena računara u determinaciji biljnih droga. Diplomski rad, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
89. Spilková J., Kašparová M., Kučerová H., Koula V. (2005): Atlas mikroskopie drog. Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové (<http://apps.faf.cuni.cz/MikroskopieDrog>)
90. Stefanello R., Garcia D.C., de Menezes N.L., Wrasse C.F. (2006): Influence of light, temperature and hydric stress in the germination and vigor of seeds

- of anise. *Current Agricultural Science and Technology*, 12(1): <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1299>
91. Stepanović B. (1983): Proizvodnja lekovitog i aromatičnog bilja. Novinarsko-izdavačka organizacija „Zadruga“ Beograd.
 92. Swamy P.L., Prasad V.G.N.V., Krishna B.V., Rao T.S., Kumar L.C.A.K. and Rao G.S. (2013): *In vitro* anticholinergic activity of selected culinary spices on sheep airway smooth muscle. *International Journal of Recent Scientific Research*, 4(5):649–653.
 93. Tabanca N., Ma G., Pasco D.S., Bedir E., Kirimer N., Baser C.H.K., Khan I.A. and Khan S.I. (2007): Effect of essential oils and isolated compounds from *Pimpinella* species on NF- κ B: A target for antiinflammatory therapy. *Phytotherapy research*, 21:741–745.
 94. Tas A. (2009): Analgesic effect of *Pimpinella anisum* L. essential oil extract in mice. *Indian Veterinary Journal*, 86:145–147.
 95. Tirapelli C.R., Andrade C.R., Cassano A.O., De Souza F.A., Ambrosio S.R., Costa F.B. and Oliveira A.M. (2007): Antispasmodic and relaxant effects of the hidroalcoholic extract of *Pimpinella anisum* (Apiaceae) on rat anococcygeus smooth muscle. *Journal of Ethnopharmacology*, 110:23–29.
 96. Tort N., Honermeier B. (2005): Investigations of the ratio of methylcavicol and trans-anethol components in essential oil anis (*Pimpinella anisum* L.) from different regions of Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 17(4):2365–2370.
 97. Tucakov J. (2006): Lečenje biljem: fitoterapija. Rad, Beograd.
 98. Tunç I. and Erler F. (2000): Fumigant activity of anethole, a major component of essential oil of anise *Pimpinella anisum* L. *Integrated Protection of Stored Products Bulletin*, 23(10):221–225.
 99. Tunç İ., Berger B.M., Erler F. and Dağlı F. (2000): Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36:161–168.
 100. Tuncurk M. and Yildirim B. (2006): Effect of seed rates on yield and yield components of anise (*Pimpinella anisum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 76(11):679–681.
 101. Twajj H.A.A., Elisha E.E., Khalid R.M. and Paul N.J. (1987): Analgesic Studies on some Iraqi Medicinal Plants. *Phrmaceutical Biology*, 25(4):251–254.
 102. Ullah H. (2012): Fruit yield and quality of anise (*Pimpinella anisum* L.) in relation to agronomic and environmental factors. Doctoral thesis, Faculty of Agricultural and Nutritional Sciences, and Environmental Management Justus Liebig University Giessen, Germany.
 103. Ullah H., Mahmood A., Ijaz M., Tadesse B., Honermeier B. (2013): Evaluation of anise (*Pimpinella anisum* L.) accessions with regard to morphological characteristics, fruit yield, oil content and composition. *Journal of Medicinal Plant Research*, 7(29):2177–2186.
 104. Vilfort R. (2009): Lekovito bilje i njegova upotreba. Sezam book, d.o.o. Zrenjanin.
 105. Wang G.W., Hu W.T., Huang B.K., Qin L.P. (2011): *Illicium verum*: A review on its botany, traditional use, chemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 136(1):10–20.
 106. Wei L.L., Hua R.M., Li M.Y., Huang Y.Z., Li S.G., He Y.J., Shen Z.H. (2014): Chemical composition and biological activity of star anise *Illicium verum* extracts against maize weevil, *Sitophilus zeamais* adults. *Journal of Insect Science* 14(80). Available online: <http://www.insectscience.org/14.80>

107. Womeni H.M., Djikeng F.T., Tiencheu B. and Linder M. (2013): Antioxidant potential of methanolic extracts and powders of some Cameroonian spices during accelerated storage of soybean oil. *Advances in Biological Chemistry*, 3:304–313.
108. Yamini Y., Bahramifar N., Sefidkon F., Saharkhiz M.J., Salamifar E. (2008): Extraction of essential oil from *Pimpinella anisum* using supercritical carbon dioxide and comparison with hydrodistillation. *Natural Product Research*, 22(3):212–218.
109. Yang C.H., Chang F.R., Chang H.W., Wang S.M., Hsieh M.C., Chuang L.Y. (2012): Investigation of the antioxidant activity of *Illicium verum* extracts. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2):314–324.
110. Yassen A.A, Mazher A.A.M. and Zaghloul S.M. (2010): Response of anise plants to nitrogen fertilizer and foliar spray of tryptophan under agricultural drainage water. *New York Science Journal*, 3(9):120–127.
111. Yazdani D., Rezazadeh S., Amin G., Zainal A.M.A., Shahnazi S. and Jamalifar H. (2009): Antifungal activity of dried extract of anise (*Pimpinella anisum* L.) and star anise (*Illicium verum* Hook.f.) against dermatophyte and saprophyte fungi. *Journal of Medicinal Plants*, 8(5):24–29.
112. Yazdi F.F., Ghalmkari G., Toghiani M., Modaresi M. and Landy N. (2011): Effect of adding different levels seed cake of *Pimpinella anisum* to antibiotics-free diets of broilers on growth performance and characteristic of lymphoid organ. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering (IPCBEE)*, 3:75–77.
113. Zaky W.H., Nada M.G.A., Hilal A.A. (2006): Evaluation of the efficiency of some environmentally safe means for controlling rust disease of anise (*Pimpinella anisum* L.) as important medicinal plant in Egypt. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 34(2):103–119.
114. Zand A., Darzi M.T., Hadi M.R.H.S. (2013): Effects of phosphate solubilizing microorganisms and plant density on seed yield and essential oil content of anise (*Pimpinella anisum*). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 14(7):940–946.
115. Zehtab-Salmasi S., Javanshir A., Omidbaigi R., Alyari H. and Ghassemi-Golezani K. (2001): Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Acta Agronomica Hungarica*, 49(1):75–81.
116. Životić D. and Životić D. (1978): *Lekovito bilje u narodnoj medicini*. Otokar Krešovani – Rijeka.
117. Zongliang H. (2012): Anethole development trends. *International Conference in Singapore, „Essential Asia“*, Conference Proceedings, 103–111.
118. <http://legacy.library.ucsf.edu/tid/enq30e00/pdf>
119. <http://etc.usf.edu/clippix/picture/star-anise-leaves.html>
120. <http://www.gardendesignonline.com/.a/6a00d8345167b669e201157231708c970b-popup>
121. <http://www.jennysongs.co.uk/articles/star-anise-bajiao>
122. http://es.wikipedia.org/wiki/Illicium_verum#mediaviewer/Archivo:StarAnise.jpg

DISSERTATIO EDITION



Publisher: ANDREJEVIĆ ENDOWMENT

11120 Belgrade, Držičeva 11, Serbia
tel./fax: (+381 11) 3862-430, 2401-045
e-mail: zandrejevic@gmail.com
www.zandrejevic.rs

Editor in Chief

Prof. Dr. Kosta Andrejević

**Editorial Board of the
DISSERTATIO EDITION**

Prof. Dr. Živan Maksimović, President

Prof. Dr. Mirjana Roter Blagojević,
Vice President

Prof. Dr. Teodora Beljić Živković

Prof. Dr. Dušan Ivanić

Prof. Dr. Ilija Kajtez

Prof. Dr. Boris Lončar

Prof. Dr. Srđan Marković

Prof. Dr. Dušanka Milojković-Opsenica

Prof. Dr. Radmila Nikolić

Prof. Dr. Vesna Rakić-Vodinelić

Prof. Dr. Tatjana Starodubcev

Prof. Dr. Borislav Stojkov

Prof. Dr. Danijel Cvjetičanin

Author

Milica Aćimović, PhD

Anise (Pimpinella anisum L.)

Reviewers

Prof. Dr. Ljiljana Nikolić

Dr. Snežana Trifunović,
Senior Research Associate

Dr Nenad Trkulja, Research Associate

Editor

Tatjana Andrejević

Translated by

Milica Aćimović, PhD

Proofreader

Tijana Varagić, MA

Layout and prepress

Helena Mitić

Front cover illustration

Pimpinella anisum L.

Printed by

Instant system d.o.o., Belgrade

Copies printed

500

ISSN 0354-7671

ISBN 978-86-525-0201-1

DISSERTATIO EDITION

Milica Aćimović, PhD

Anise (Pimpinella anisum L.)



Andrejević Endowment
Belgrade, 2015

*To my dear aunty and uncle
for their unconditional love and suport*

Contents

1.	Abstract	65
2.	Introduction	66
3.	Morphology of anise	67
3.1.	Morphological description of the plant	67
3.2.	Morphological description of the fruit	69
4.	Chemical composition of anise	71
4.1.	Essential oil content	71
4.2.	Chemical composition of essential oil	74
5.	Anise uses	78
5.1.	Pharmacological usages of anise	78
5.2.	Other purposes of anise	81
6.	Phenological stages of anise and environmental conditions	83
6.1.	Phenological stages of anise	83
6.2.	Influence of weather conditions on phenological stages of anise	85
7.	Anise growing technology	90
7.1.	Anise crop establishment	90
7.2.	Anise crop care	91
7.3.	Anise harvest	92
8.	Star anise (<i>Illicium verum</i> Hook.)	94
8.1.	Star anise morphology	94
8.2.	Star anise chemical composition and use	95
8.3.	Star anise habitat and cultivation	96
9.	Index of terms	98
10.	References	50

1.

Abstract

This monograph deals with anise as a medicinal and aromatic plant. It has an extensive application in traditional medicine as a remedy for indigestion, as a sedative and as natural estrogen. By using a modern scientific method its benefits are confirmed. Anise is a plant often used in medicine too, as well as in food industry, especially in beverage industry.

In this monograph, we get familiar with morphological characteristics of anise plant and fruit. The fruit, which is the main part of the plant, is rich in essential oil. Special attention was paid to its chemical composition, as well as the factors that influence it. The dominant volatile component is *trans*-anethole that gives off the pleasant, aromatic odour.

This monograph deals with the analysis of agro-ecological growing conditions for the plant, the phenological stages and the need for heat, humidity and light throughout the development cycle.

This author describes in detail the growing practices for anise, in which the emphasis is on crop rotation, tillage and fertilization in both conventional and organic cropping system. Since anise reproduces exclusively by direct sowing, the time of sowing, sowing rate as well as the quality of seed (germination energy and total germination) is analyzed. Cultivation technique, harvest, yield and postharvest processing are also a subject, as well as the calculation of production costs.

The monograph presents star anise as well, which grows as an evergreen tree in China, whose fruit has a very characteristic shape and is also rich in *trans*-anethole and often used in the same way as anise.

The monograph presents the author's results in addition to the results of a number of researchers who have studied all aspects of the plant, so it provides a synthesis of the current knowledge of anise and is an important literary source for other scientists, but also those who want to learn more about this plant.

Key words:

1. *Pimpinella anisum* L.
2. morphological characteristics
3. essential oil
4. uses
5. phenological stages
6. environmental conditions
7. growing
8. diseases
9. *Illicium verum* Hock.

2. Introduction

Genus *Pimpinella* includes about 150 species that are widespread in Europe, Asia and Africa. However, only anise (*Pimpinella anisum* L.) has the commercial importance, it is originally from the Middle East and the eastern Mediterranean, where it has been grown and used since the ancient times.

In traditional Chinese and Indian medicine, it was known as a carminative and expectorant, while the Arabs used it in the cuisine. In ancient Egypt, anise was mentioned as an ingredient in a drink for stomach problems, while in ancient Greece as a condiment for salted foods and sausages. Anise was used by the Romans for flavouring wine, honey and as for cake seasoning. In the Middle Ages, anise expanded to Europe and America [35]. During the period of romanticism, candied anise seeds were used as a breath freshener, but also for making perfumes.

Today, the essential oil of anise is added to chewing gum, mouthwash, and is also a common ingredient in many famous perfumes which have a warm sweetish note. Spirits and liqueurs where fruits of this plant were added have become a recognizable national drink in many countries of the Mediterranean region. "Arak" is characteristic for Iraq, Jordan, Lebanon, Israel and Syria, "Raki" for Turkey, "Ouzo" for Greece, "Mastika" for Macedonia, "Pastis" for France, "Sambuca" for Italy, "Janeževac" for Slovenia, and "Anisovača" for Serbia.

In addition, anise is used for flavouring wines and some of the most famous are certainly "Vermouth" originating from Italy and "Bermet" from Serbia, namely the Fruška Gora vineyards. A desert that also finds its place in this area is a cake called "Kuglof" that, among other spices, contains anise as well. The fruits of anise are added to gingerbread and cookies from which the most popular is surely "Speculaas".

The most important producer of anise is Turkey where the plant is grown on about 21.000 ha, with an annual production of seed 11.000 tons. It is followed by India, Mexico, Egypt, China, Spain, Italy, Germany, France, Syria, Bulgaria and Tunisia [48].

In our country, anise is grown on small areas, mainly in the gardens and yards, even though the growing conditions are excellent.

In Serbia, in addition to the cultivated anise, wild species can be found as well: burnet saxifrage (*Pimpinella saxifraga* L.) and great burnet (*Pimpinella major* (L.) Huds.). However, they have a significantly different chemical composition and usage.

3.

Morphology of anise

This chapter provides a detailed description of the anise plant and the fruit with pictures. In addition, there is an overview of five morphological traits (plant height, number of umbels per plant, umbel diameter, the number of seeds in an umbel and a thousand seed mass), which were followed up in 2011 and 2012, on the three experimental fields in Vojvodina.

3.1. Morphological description of the plant

Anise (*Pimpinella anisum* L.) ($2n = 20$) is a herbaceous plant with tap root system length 20–30 cm. The stem is erect, 30–70 cm high, cylindrical, hollow, branched in the upper part, covered with short soft hairs.

The studies that were carried out during two years (2011/12) at three localities in Vojvodina Province (Mošorin, Veliki Radinci and Ostojićevo) with the implementation of six different types of fertilizer (control, *Slavol*, *BactoFil B-10*, *Royal Ofert* biohumus, vermicompost and chemical NPK fertilizer). Plant height ranged from 39.88 cm to 54.46 cm. “It may be noted that in 2012, plants shorter by 1.41 cm were recorded in comparison to 2011, which was a statistically significant difference. Significantly shorter plants (41.05 cm) were found at the locality Ostojićevo compared to Veliki Radinci (47.77 cm) and Mošorin (52.27 cm). The difference in height between plants grown in Veliki Radinci and Mošorin was also statistically significant” [2, pg 96]. On average for both years and all three localities, the tallest plants were recorded when vermicompost was applied (47.68 cm), and the shortest in the control (46.33 cm). Height difference of 1.35 cm was not statistically significant (Table 1).

Research in Turkey revealed that the plant height ranged from 35.90 to 39.26 cm, depending on crop density [100], and from 44.7 to 50.2 cm, depending on the population [48]. Researchers in Hungary found that water deficit in stages of stem elongation and early flowering reduces plant height by 45% [115].

A significant increase in plant height (50–90%) can be achieved by applying a growth regulator and a fertilizer [110]. Also, the application of a laser has a great influence on the plant. By treating the seed in the presowing stage with He–Ne laser, the height of the plants increases for about 70% [36].

The research results indicate that the application of vermicompost (10 t/ha) significantly increases the plant height, while phosphate solubilizing bacterium showed no statistically significant effect on the plant height, although an increase

of 3.5% was achieved in seed inoculation with *Bacillus circulans* or 7% with the application of these bacteria on two occasions (seed inoculation and spray stage stem elongation) [31].

Table 1. Plant height, number of umbels per plant, umbel diameter and number of seeds in umbel in two years investigation conducted in Vojvodina Province.

		Plant height (cm)	Number of umbels per plant	Umbel diameter (cm)	Number of seeds in umbel
Year (A)	2011	47.74	17.29	6.27	106.08
	2012	46.33	16.40	6.44	115.71
Locality (B)	Mošorin	52.27	18.67	6.45	108.21
	Veliki Radinci	47.77	16.98	6.54	121.33
	Ostojićevo	41.05	14.90	6.07	103.15
Fertilizes (C)	Control	46.33	15.58	6.16	105.90
	<i>Slavol</i>	47.25	16.38	6.34	108.84
	<i>BactoFil B-10</i>	46.59	16.92	6.31	110.03
	<i>Royal Ofert</i>	46.97	17.08	6.45	111.29
	Vermicompost	47.68	17.46	6.43	111.82
	NPK	47.37	17.67	6.43	117.49
Significance of F-test for each source of variation					
A		0.81	ns	ns	7.38
B		1.00	1.69	0.30	9.04
C		ns	ns	ns	ns
AB		ns	ns	ns	ns
AC		ns	ns	ns	ns
BC		ns	ns	ns	ns
ABC		ns	ns	ns	ns

ns – not significant

“Heterofily (diversifolious) of anise is very visible. Three lower leaves are oval shaped, notched serrated, on long petioles (Picture 1A). The leaf from the central part of the stem is triple handed, also very jagged (Picture 1B). Leaves closer to the top become smaller, almost filament (Picture 1B)” [2, pg 6].

Picture 1. Anise leaves: A) lower leaf, B) leaf the central part of the stem, B) apical leaf (see page 11)

Inflorescence is a complex umbel (Pictures 2A and 2B), which consists of 10 to 15 umbellets (Picture 2B). The flowers are five-part white with a diameter of about 3 mm. The flowers are symmetrical and on the outer parts of the umbel are usually larger than the central ones, they consist of five petals which are bent upward (Picture 2Г).

Picture 2. Anise umbel and umbellets: A) Flowering anise plants, B) Anise umbel, B) Anise umbellets, Г) Anise flower (see page 12)

Our experiments show that a plant can form from 13.5 to 20.5 umbels. Experiments done by other authors indicate that the anise plant formed from 3.8 to 17.6 umbels per plant [115, 100, 73].

From Table 1 it can be seen that, during the dry season of 2012, the plants formed fewer umbels by 5% when compared to 2011. This was not statistically significant. A statistically significant difference occurred between the localities – in Ostojićevo plants formed significantly fewer umbels when compared to the other two localities. The difference in the number of formed umbels per plant with the application of different fertilizers for both years on average was 2.09, which was not statistically significant. However, there is evidence that the number of umbels per plant was significantly influenced by the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium [31].

Umbel diameter in our experiments ranged from 5.76 to 6.98 cm, and it was significantly affected only by the locality, while the number of fruits in the umbel varied from 97 to 132 and it was significantly influenced by the weather conditions as well as the locality (Table 1).

3.2. Morphological description of the fruit

The fruit (also called seed) is shizocarp gray-green color, pear-shaped, slightly narrowed at the top (Picture 3). It is composed of two parts (mericarps) which do not separate spontaneously.

Picture 3. Anise fruit (see page 13)

In the two-year research that we have conducted, 1000 seed mass ranged from 3.39 to 5.08 g. It can be seen from Table 2 that the thousand seed mass was significantly influenced by the locality and weather conditions. Clearly, it is evident that during the dry season (2012) 1000 seed mass was significantly lower compared to the year with favorable climate conditions (2011). The lowest 1000 seed mass (3.8979 g) was recorded at the locality of the Veliki Radinci, which was significantly lower than that of the other two localities. The highest 1000 seed mass (4.5624 g) was recorded at the locality Ostojićevo. Although the applied fertilizer did not significantly affect the 1000 seed mass, on average, the highest value of this parameter was observed when applying *BactoFil B-10*.

Anise seed length is typically 3 to 5 mm, while the width is 2 to 3 mm [102]. In our two-year study of anise seed, the length was about 3.3 mm, while the average width was 1.77 mm (Table 2). It can be said that none of the investigated factors had any effect on the dimension of the seed.

In Picture 4 the microscopic cross section of the anise fruit (*Anisi fructus*) (Pictures 4A and 4B) and anise powder (*Anisi pulvis*) is shown (Pictures 4B, 4Г and 4Д) are shown. That the interior of the seed makes endosperm can be seen on the cross-section of the fruit. Endosperm cells have a slightly thickened membrane, oleoplasma is in lumen, and there are aleurone grain size 8–12 μm with a globoid and 1–2 rosettes of calcium oxalate [43]. Pericarp (seed coat) is multi-layered and consists of four parts: exocarp (outer layer), mesocarp (middle layer), endocarp (inner layer) and testa (tegument). It can be seen on the exocarp that the cells of the epidermis extend into trichomes (short hair). The essential oil ducts (vittae) are in the mesocarp tissue, there are two on the inner side, and a larger number on the outer side (around 30). Endocarp is composed of one row of cells with thin walls, and the testa is fine, but the commissure consists of several rows of cells. Five poorly prominent ribs are visible on the pericarp under which there are conductive bundles.

Picture 4. Drug microscopy of anise: A) The cross-section of the fruit of anise [89], Б) Texture of pericarp [89], B) *Anisi pulvis* (enlargement 100x) [88], Г) *Anisi pulvis* – trichome (enlargement 400x) [88], Д) *Anisi pulvis* – pericarp fragments with essential oil cannals (enlargement 400x) [88] (see page 15)

Anise seed powder (*Anisi pulvis*) is brown. Microscopic analysis enables the observation of the following elements: single-cell mechanical trichomes, fragments of epidermis with stomata and hairs, fragments of endosperm with drops of fatty oil, fragments of the pericarp with channels that contain essential oil as well as fragments of partially lignificated endocarp. Sometimes fragments of tracheas and very small rosette aggregate of calcium oxalate can be spotted [88].

4.

Chemical composition of anise

Mainly the fruit (*Anisi fructus*) is used as a pharmaceutical drug, as well as a spice in food industry. Studies have shown that the fruit contains 1.5–6% essential oil, 8–11% fatty oil, 4% carbohydrates and 18% protein [85]. It has been found that the green plant (i.e. herb) contains a significant amount of the essential oil (1.2–1.35%) [37].

Anise essential oil (*Anisi aethroleum*) is a thin colorless liquid or crystal mass, sweet in taste and with aromatic fragrance. It is localized in shizogenic canals in fruits, stem and root. Essential oil is a highly complex mixture of different compounds like sesquiterpenes, phenolic compounds and alkenes, but almost all studies point out that the main component is *trans*-anethole. Anise essential oil crystallizes at a temperature between 15 and 20 °C. This characteristic of the oil is conditioned by the presence of large amounts of *trans*-anethole (80–90%), whose melting point is 22.5 °C

Anise fatty oil (*Oleum anisi*) consists mainly of isomeric monounsaturated fatty acids with 18 carbon atoms, including oleic acid which dominates (*cis* 9-18:1) with 74.55%, than petroselinic acid (*cis* 6-18:1) with 6.76%, while other acids are present in an amount of less than 5% (vaccenic, palmitoleic, linoleic, stearinic, eicosenoic, arachidonic and behenic acid) [32, 51]. Structural formulas of two most significant fatty acids are shown in picture 5.

4.1. Essential oil content

The results of our research performed during 2011 and 2012 at three localities show that the essential oil content in anise fruits ranged from 3.07 to 4.75% (Table 3). It can also be concluded that plants accumulated more essential oil during the growing season of 2011 (3.93%) compared to the drier 2012 (3.52%). Plants grown in Ostojićevo have accumulated the least essential oil (3.78 and 3.23%), and plants grown in Veliki Radinci the most (4.08 and 3.79%). In the case of fertilizers, it can be said that, on average, the use of *Royal Ofert* biohumus gave the highest essential oil content (3.90%) in the two-year research.

It is known that many factors affect the amount of essential oil in fruits. These include genotype, stage of maturity, technology of cultivation, soil type and differences in climatic factors which occur at different geographical locations [69].

As noted above, Turkey is the largest producer of anise in the world. Plants are mainly grown in the provinces Burdur, Denizli, Afyon, Antalya and Bursa.

By examining 29 samples collected from different production areas, it was found that the essential oil content in the fruit ranges from 1.3 to 3.7%. The difference of 2.4% is very significant [19]. The variation in the essential oil content depending on the population was determined by other authors in this country as well. Variations within ecotypes from different regions ranged from 1.85 to 2.38%. It was found that the ecotype from Denizli province accumulates the most essential oil (an average of 2.35%), while that of the Burdur province the least (an average of 1.75%) [96]. In a population that is grown in the region Gölhisar, the amount of the essential oil of the fruits is the smallest (2.49%), which was significantly less compared with other regions (Tefenni, Karamanli and Yeşilova), where the essential oil content ranges from 2.71% to 2.74%, or 2.80% [48].

Table 3. Essential oil content in the fruit of anise (%) grown in 2011 and 2012 at three localities investigated in the application of various types of fertilizers

	2011				2012			
	M	R	O	X	M	R	O	X
Control	3.83	3.86	3.72	3.80	3.53	3.66	3.22	3.47
<i>Slavol</i>	4.04	4.00	3.37	3.80	3.58	3.58	3.37	3.51
<i>BactoFil B-10</i>	3.80	4.08	3.79	3.89	3.42	3.63	3.22	3.42
<i>Royal Ofert</i>	3.96	4.75	3.78	4.16	3.72	4.04	3.13	3.63
Vermicompost	3.88	3.68	4.05	3.87	3.34	3.77	3.07	3.39
NPK	3.96	4.13	3.97	4.02	3.64	4.03	3.36	3.68
Average	3.91	4.08	3.78	3.93	3.54	3.79	3.23	3.52

M-Mošorin. R-Veliki Radinci. O-Ostojićevo. X-average

Our research also suggests that, in addition to the locality, the weather conditions during the year significantly affect the variation in the content of essential oil. More precisely, it was found that a much larger quantity of the fruits essential oil was accumulated during the year with moderate values of precipitation and temperature in comparison with the dry and warmer one [5].

The differences in the amount of the fruits essential oil appear depending on the time of sowing. It has been found that the amount of the fruits essential oil varied from 2.09 to 3.11%, with a greater amount of the essential oil from the prior sowing [48].

Two studies show that sowing rate is also influenced by this parameter. In one, it is found that the essential oil content in the fruit varies from 2.66% to 2.74%, with no established regularity in the dependency between the essential oil content and crop density. However, the yield of essential oil per unit area significantly increases with the increase of the seeding rate from 5 kg/ha to 15 kg/ha, while the application of 20 kg/ha reduced it [100]. In another study, it was found that the essential oil content in the fruit ranges from 3.69 %to 4.10%, and the highest at 25 plants per square meter. This study shows the increase in the essential oil yield per hectare by increasing plant density [39]. The reason is that “the essential oil yield per hectare depends directly on the fruit yield per hectare and on the content of the fruits essential oil” [2, pg 146].

It has been found that irrigation has a significant impact on the quantity of essential oil of anise fruits. Specifically, in experiments with irrigation in Iran it was found that the lack of water during the stem elongation and flowering

reduces the production of essential oil in fruits [115]. However, experiments done by other scientists in this country show that the essential oil content increases with the elongation of the duration of stress caused by drought. Plants that were exposed to drought for a period of six days accumulated 2.12% essential oil. When exposed to stress for ten days, the plants accumulated 2.76% essential oil, stress of 14 days led to the accumulation of the largest quantities of essential oil – 2.93% [17]. This study is in contrast with the results that we got with anise. However, in the study with annual caraway (*Carum carvi* L.), during a two-year investigation, it was found that in the dry and hot year caraway plants accumulated more essential oil [8].

A great number of authors examined the influence of the applied fertilizer on the essential oil content in anise fruits. In studies in Iran, it was found that the use of different types of fertilizer does not significantly affect the essential oil content in fruits. The application of vermicompost in the amount of 5 t/ha proved to be inefficient, i.e. with the application of this fertilizer plants have accumulated 3.69% essential oil, which is less than in controls (3.78%). Essential oil content in fruits was 3.92% when applying manure and when applying NPK fertilizers it was 4.10% [39]. Research in our country found that the use of chemical NPK fertilizers in quantities of 400 kg/ha significantly increased the essential oil content (3.41%) compared with the control (2.66%) [53].

It was found that the application of organic manure and biofertilizers used in organic farming gets the highest content of essential oil of anise fruits. In particular, the application of 10 t/ha of vermicompost achieves great results (4.21%). The application of microbiological fertilizers based on *Bacillus circulans*, which helps the transformation of phosphorus and the formation of growth hormone also significantly increases the essential oil content in fruits. This fertilizer works best if applied twice by inoculating seeds before sowing and spraying the plants in the phase of stem elongation [30]. That the use of phosphate solubilizing bacteria at this stage is the most efficient is confirmed by other authors [114].

Harvest time also significantly affects the essential oil content in fruits. The essential oil content decreases at full maturity compared with the harvest in the early stages, while in the waxy stage of maturity, when the primary umbels get brown (leaves are still green) and the fruits essential oil content is the highest (4.60%) [74].

The content of essential oil greatly depends on the method of extraction. The application of supercritical CO₂ extraction gives 7.5% essential oil, while the same samples obtained by hydrodistillation gave only 3.1% [108]. Studies show that the application of microwave-assisted distillation of crushed anise fruits gives 3% of essential oil, the same as the hydrodistillation [66].

4.2. Chemical composition of essential oil

The essential oil of anise is a complex mixture of components that belong to the class phenylpropenes, monoterpenes and sesquiterpenes (Picture 5). Our samples of the anise essential oil revealed the presence of 15 components, one of which is unidentified. GC/FID chromatogram of one sample is shown in picture 6. Chemical composition of the essential oil of anise fruits was not significantly different at the level of the applied fertilizer or locality, while differences exist at the level of the weather conditions during investigated years, except in the case of *cis*-anethole and β -farnesane (Table 4).

Picture 5. Compounds of fatty and essential oil from anise seed (see page 20)

Picture 6. GC/FID chromatogram of anise essential oil (see page 21)

Phenolpropenes are the most common class of compounds in anise essential oil (92.95 to 98.91%). Compounds identified from this class are *cis*- and *trans*-anethole and methylchavicol (estragole), then, *trans*-pseudoisoeugenyl 2-methylbutyrate and *epoksi*-pseudoisoeugenyl 2-methylbutyrate. Their formulas are shown in picture 5. These last two components are characteristic for the genus *Pimpinella* and represent phytochemical markers [71].

The results of our study indicate that anise essential oil contains from 91.90 to 98.72% *trans*-anethole. The amount of *trans*-anethole was lower in the first year (93.20%) compared with the second (96.35%). Stress can increase the accumulation of phenylpropene, and the most common causes are listed: pathogen attack, UV radiation, lack of nutrients, high temperatures and herbicides [103]. The assumption is that in our study drought followed by high temperatures during 2012 caused the accumulation of large amounts of *trans*-anethole in the essential oil of anise.

Isomer *trans*-anethole, methylchavicol, was present in an amount from 0.19 to 0.79%, and the *cis*-anethole with only 0.05–0.10%. There are claims that *cis*-anethole is a toxic component of the essential oil and, for this reason, its concentration should be in the range 0.2–0.5% [102]. So far, there is no record of anise poisoning in humans. However, it was found that the medial lethal dose (LD_{50}) of *trans*-anethole is 900 mg/kg, while the *cis*-anethole is significantly lower at 93 mg/kg [117]. Symptoms of acute poisoning by anethole are reflected in reduced mobility, disturbed coordination of movements, increased muscle tone and depression [118].

It should be kept in mind that exposure of *trans*-anethole to UV light or acidic environment leads to the formation of *cis*-anethole, which in addition to being toxic has an unpleasant odor and taste [24]. For this reason, the essential oil must not be exposed to sunlight.

Trans-pseudoisoeugenyl 2-methylbutyrate, which is referred to as a phytochemical marker in anise essential oil, was more common in the first year (0.95%) compared with the drier and hotter one (0.66%). *Epoxy*-pseudoisoeugenyl 2-methylbutyrate, another phytochemical marker, was present only in the first year of the study.

Another class of compounds present in anise essential oil are **sesquiterpenes**. In our research they were present in large quantities in the samples from 2011 (up to 3.64%) compared with samples from 2012 (up to 2.51%). Compounds present from this class were: one acyclic sesquiterpene (*trans*- β -farnesene), monocyclic

(β -elemene, α -zingiberene, β -bisabolene) and bicyclic sesquiterpenes (α , β and γ -himachalene, *trans*-muurola-4(14),5-diene). The structural formulas of the compounds in this class are shown in picture 5.

Table 4. Representation of the components from anise essential oil (%) depending on the year, locality and applied fertilizer (LSD=0.05%)

	<i>trans</i> -dihydrocarvone	methylchavicol	<i>trans</i> -anethole	<i>trans</i> -anethole	β -elemene	α -himachalene	β -farnesane	γ -himachalene	<i>trans</i> -muurola-4(14),5-diene	NI	α -zingiberene	β -himachalene	β -bisabolene	<i>trans</i> -pseudoisogenyl-2-methylbutyrate	<i>epoxy</i> -pseudoisogenyl-2-methylbutyrate
Year (A)	2011	0.00	0.79	0.08	93.20	0.00	0.31	0.02	3.13	0.46	0.23	0.36	0.19	0.19	0.11
	2012	0.28	0.19	0.04	96.35	0.07	0.12	0.00	1.93	0.07	0.09	0.10	0.00	0.00	0.00
Locality (B)	Mošorin	0.13	0.54	0.03	94.58	0.03	0.23	0.02	2.59	0.25	0.16	0.28	0.16	0.13	0.10
	Veliki Radinci	0.12	0.54	0.07	95.02	0.03	0.20	0.01	2.44	0.24	0.16	0.19	0.07	0.75	0.02
	Ostojicevo	0.16	0.38	0.07	94.73	0.04	0.22	0.00	2.56	0.31	0.16	0.21	0.09	0.86	0.05
Fertilizers (C)	Control	0.12	0.41	0.04	94.96	0.02	0.20	0.01	2.35	0.23	0.15	0.19	0.15	0.08	0.06
	<i>Slavol</i>	0.18	0.51	0.07	94.35	0.04	0.24	0.01	2.80	0.27	0.18	0.24	0.16	0.09	0.05
	<i>Bactofil B-10</i>	0.13	0.46	0.03	94.68	0.04	0.22	0.00	2.60	0.24	0.16	0.21	0.16	0.06	0.04
	<i>Royal Ojerl</i>	0.15	0.53	0.07	94.89	0.03	0.21	0.02	2.40	0.37	0.16	0.25	0.16	0.12	0.66
	Vermicompost	0.13	0.51	0.07	94.98	0.03	0.22	0.02	2.53	0.24	0.16	0.23	0.14	0.11	0.60
	NPK	0.13	0.50	0.07	94.80	0.05	0.21	0.01	2.51	0.25	0.15	0.25	0.14	0.11	0.71
Significance of F-test for each source of variation															
A	0.10	0.16	ns	0.37	0.06	0.09	ns	0.23	0.13	0.07	0.11	0.06	0.09	0.19	0.08
B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ABC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns – not significant

From **monoterpenes** only monoterpene ketone *trans*-dihydrocarvone was present in a small percentage (average 0.28%) only during 2012.

It was found in almost all studies that the two main components of anise essential oil are *trans*-anethole and methylchavicol. Their amount varies depending on the locality of cultivation, i.e. populations. At four localities in Turkey, the content of *trans*-anethole varied from 96.57 to 97.24%, while the variations in the content of methylchavicol ranged from 1.89 to 3.18% [96].

The analysis of anise samples from 11 European countries revealed that the most common component of *trans*-anethole ranges from 76.9% to 93.7%. The largest concentration of phenolpropenes was in samples from Greece, Hungary, Scotland, Lithuania, Italy and Germany (>90%). The essential oil of anise seed from Estonia was rich in γ -himachalene (8.2%) and *trans*-pseudoisoeugenyl 2-methylbutyrate (6.4%), while the samples from France had the largest amount of anisaldehyde (5.4%) compared with other samples in which the content of this component went up to 3.1% [71].

Tests in Germany, which also involved 15 samples, showed that from 20 various components found in the essential oil, the most common was *trans*-anethole, which exhibited significant variations, depending on the sample as well as the conditions of the year. A significant variation of γ -himachalene and methylchavicol was also noted [103].

By researching two varieties of anise with various production areas in Bangladesh, a large variation in the chemical composition was established, which confirms the fact that the difference is a result of different geographical and ecological conditions. In both samples of anise from this country the dominant component was *cis*-anethole with 69.40% (province Dhaka) and 85.32% (province Bogra). In samples from Dake in addition to *cis*-anethole, limonene (13.27%) and fenchone (11.41%) were determined [69].

A research in Turkey of 29 anise samples from nine different production areas identified from 11 to 23 components in the essential oil. A significant variation in the content of *trans*-anethole between samples was also found, from 78.63 to 95.21% [19].

However, there are chemotypes in which *trans*-anethole is not a dominant component. It was found that the dominant component in the essential oil in the anise seed from Morocco and Yemen is methylchavicol (4-alilanol) accounting for 76.70% and 85.28%, depending on the locality. Other components were: limonene from 9.75% in samples from Morocco 5.53% in samples from Yemen and fenchone with 6.16% and 4.12% [14].

5.

Anise uses

Anise is often used in folk medicine and is also an official drug in different Pharmacopoeia. Pharmacological usage of anise varies to a great extent. In addition, this herb is often used for flavoring alcoholic beverages, particularly in the countries of the Mediterranean area, and as an additive to sweets and other dishes. Anise is used in veterinary medicine, but also in organic farming [6].

5.1. Pharmacological usages of anise

Numerous studies found that anise is good for the treatment of digestive discords, but it also has an effect on the nervous, and the respiratory system. Anise is known as a plant with estrogenic activity, but it also acts as an anti-inflammatory and anticarcinogenic. Numerous studies found that anise affects microorganisms that cause many diseases [3].

Effect on the digestive system

In our traditional medicine, anise is recommended as a carminative, to improve and regulate the digestion. *In vitro* studies done on experimental animals and clinical trials on humans showed that the anise fruit is effective against chronic constipation. Phytotherapeutic products based on anise can be an effective and safe alternative treatment for constipation [95, 76]. According to Tucakov [97], the most common herbal tea blends with anise used for the treatment of the digestive tract are as follows.

Tisane against gas and bloating in the digestive tract: Make a mixture of 20 g each of anise, fennel, caraway, thyme and chamomile. Pour 0.5 l of boiling water over three tablespoons, cover, and after three hours drink after a meal.

Tisane against constipation: Make a mixture of 20 g each of anise, fennel, liquorice, dry prunes and glossy alder buckthorn bark. Pour 0.3 l of boiling water over two tablespoons of this mixture, cover and leave for three hours and drink.

In Iranian folk medicine, anise is used as breath freshener and mouthwash. A scientific experiment confirmed that anise stimulates the secretion of the salivary glands i.e. salivation, which leads to an increase in the pH value in

the mouth, but also acts as an oral cavity mechanical wash, thereby removing plaque. Apart from this, anise possesses antibacterial activity. It is effective against *Streptococcus mutans* that contributes to caries [16] and other bacteria found in the oral cavity [26].

Kitanović [58] offers a following recipe for concentrated anise mouth rinse which is easy to make in home conditions.

Extract used for the mouth and tonsils: Make a mixture of 5 g each of anise, cinnamon, cloves and propolis and grind them finely in a mortar. Put this in a bottle and add 4 g of mint essential oil and 1 l of 75% alcohol. Close the bottle tightly and let it stand in a dark place 10–15 days with a daily shake. After this period, strain the liquid through a multi-layered cheesecloth until it becomes clear. Use 10–15 drops daily as mouthwash and 30–50 drops to gargle for the tonsillitis.

Anise fruit extract significantly inhibits gastric mucosal damage caused by necrotic agents. It is assumed that anise significantly reduces gastric acid secretion and acidity thus inhibiting the formation of ulcerations [15]. The following tea blend is used for the treatment of chronic inflammation of the stomach [116]

Tisane for the treatment of chronic gastritis: Make a herbal tea blend of one tablespoon each of anise fruit, chicory root, sage leaf, herb wormwood, and wall germander. Pour over 1 l of boiling water, cover and let stand for two hours. Strain and drink during the day. Drink the tisane for ten days.

Research has found that the anise fruit extract protects the liver from necrotic effects of free radicals which leads to a significant improvement of the destructive changes in the liver [25, 45]. In addition, anise possesses antidiabetic activity [62, 81, 84].

Effect on the respiratory system

Experiments established bronchodilatory effect of anise essential oil extract, which is a consequence of the muscarinic receptors inhibition, as well as anticholinergic activity. With regard to the fact that anise has anti-inflammatory and bronchodilatory effect, its use is justified in treating problems of the respiratory tract, including bronchial asthma [22, 92]. As Tucakov stated, in folk medicine, anise is used in tea blends to calm the cough and for the expectoration of mucus, as well as to calm asthma [97].

Tisane for easier expectoration of dry mucus from the lungs: Make a herbal tea blend from the 25 g each of anise, fennel, liquorice and marjoram. Pour 0.2 l of boiling water over one tablespoon of this mixture, cover, and after two hours, strain and drink hot tisane after meals.

Tisane for calming the cough and for the expectoration of mucus: Make a herbal tea blend of 5 g each of anise, fennel, Iceland lichen and coltsfoot flower, 10 g each of mint and veronica and 20 g each of coltsfoot leaves and marshmallow root. Pour 0.2 l of boiling water over one tablespoon of this mixture, cover, and after two hours, strain and drink hot tisane after meals.

Tisane for asthma: Make a tea blend from 20 g each of anise and coltsfoot flower and 60 g of coltsfoot leaves. Cook three tablespoons of this mixture in half a liter of water for 10 minutes, leave overnight and drink instead of water the next day.

Effect on the reproductive system

Anise is a herb that has been used for centuries as an estrogenic agent [12]. It is noted that the capsules containing anise plant extract reduce bleeding time and menstrual pain in women with symptoms of primary dysmenorrhea [56], and also act efficiently in reducing hot flashes in postmenopausal women [70]. Anise fruits also help prevent the osteoporosis caused by estrogen deficiency [46]. In other folk medicine, as in our traditional medicine, it is among plants that have a positive effect on the secretion of milk [97].

Tisane for stronger milk secretion: Make a herbal tea blend from the 25 g each of anise, fennel, dill and marjoram. Cook three tablespoons of this mixture in 0.5 l of water for 10 minutes, leave overnight and drink instead of water the next day.

The effect on the nervous system

In Iranian folk medicine, anise is used for the treatment of many neurological diseases [77, 55]. Research has found that anise possesses anticonvulsant activity, significantly extending the period between seizures and reducing the volume and duration.

In our traditional medicine, it is mentioned that 15 drops of anise essential oil induces sleep for 12 hours [97], whereas in the old botanical books it is stated that anise is good for children who suffer from febrile seizures [104].

In Iraq, where the plant is often used in folk medicine, experiments proved that anise possesses significant analgesic activity [101], which is similar to morphine and aspirin [94]. It was established that anise extract can be used for the treatment of migraine with aura [44].

The antioxidant activity

The aqueous and alcoholic extract of anise fruit exhibit potent antioxidant activity as confirmed by different antioxidant tests such as: reducing power, free radical scavenging, superoxide anion radical scavenging, hydrogen peroxide scavenging and metal chelating activities. These various antioxidant activities were compared with synthetic antioxidants such as BHA, BHT and α -tocopherol [42].

The antioxidant activities of water and alcoholic extracts of anise seeds were tested by linoleic acid and liposome model systems. Results indicate that the extract could be used as an antioxidant in fat-containing food, so it can be used for fatty oil stabilization [13, 107].

Anise fruit extract showed antioxidant activity against nitric oxide, superoxide and DPPH radical in a way that reduces their potential and reduces their concentration. The application of anise fruit in an amount of 5 g per day may be used as a supplement in diabetes therapy to reduce the oxidative stress which accompanies this disease [80, 81].

Anti-inflammatory and anticancer effects

The essential oil of the genus *Pimpinella* has a positive effect on the prevention of many diseases, especially inflammations [93]. Experiments have determined that anise extract protects the erythrocytes from hydrogen peroxide that mediates in hemolysis process, and also shows anti-inflammatory activity [50].

The anise ethanol extract has cytostatic activity on prostate cancer cells. The treatment with anise has proliferative effects and anti-apoptotic effect on cancerous cells, and therefore, can be classified as a food for the prevention and treatment of cancer [54].

Antimicrobial activity

Anise extract possesses a broad spectrum of effects on gram-positive and gram-negative bacteria. Due to high antibacterial potential of this plant, especially if we take into account production costs, availability and efficiency, it can be concluded that anise can be used as raw material in phytotherapy as an effective and inexpensive alternative to synthetic antibiotics [20, 9].

Combining anise essential oil with other herbs it was found to have inhibitory activity among most of the pathogenic bacteria. Additive or synergistic activity of phytochemicals from the essential oil has proven to be very important for the treatment of infections because, as opposed to synthetic antibiotics, the bacteria do not develop resistance to it [10].

Anise seems to have antifungal effect on *Candida albicans* [42, 68] as well as on other fungi [63, 61, 72, 111]. In addition, it was found that anise has antiviral effect on herpes simplex virus, cytomegalovirus and measles virus, which puts this plant into functional food used against these infectious diseases [67]. Anise extract can be successfully used for the treatment of swine dysentery caused by amoebae *Entamoeba histolytica* [79].

5.2. Other purposes of anise

Anise is used in veterinary medicine, where its use is similar to that of human medicine and pharmacy. In addition, it has been found that it potentially has a very wide use in poultry as a natural antibiotic, an immunostimulant and for increasing feed conversion. Anise has a positive impact on fish and bees, while insecticide, bactericide and virocidic properties of anise can be used in organic agriculture.

The use in veterinary and animal husbandry

The effect of anise given in the form of hot tisane helps farm animals by relieving bloating and cramping. Anise seed powder is given to livestock with pneumonia [104]. Oil-cakes that remain after distillation of anise essential oil have a lot of protein and fat, and are given as highly nutritious animal food, especially to dairy cattle that provide more milk as a result [97].

Anise fruits can be used in the diet of Japanese quails and hens, while having a positive effect on the immune system of birds, as well as positive effect on the input and conversion, increasing egg mass and reducing the level of cholesterol in the yolk [21, 65, 28, 49].

Anise supplementation in broilers increases daily mass gain and feed conversion. Therefore, anise may be included as a natural growth promoter in poultry [29, 87]. Furthermore, adding anise to broiler feed increases resistance to infectious bursal disease and bronchitis. It also increases the total number of leukocytes, monocytes and lymphocytes. It is considered that the dietary supplement of anise is an effective substitute for antibiotics [11, 112].

Anise seed powder has a positive role in increasing the growth parameters and immunological properties in carp as well, which is a consequence of the chemical composition of anise. These components are anethole, tyrosinase inhibitors and shikimic acid. These slow down the penetration of pathogenic agents into the body of the fish and maintain it in a healthy condition by stimulating the immune system [18].

Experiments showed that anise essential oil is very effective in combating bacterial diseases in bees known as foulbrood, caused by *Paenibacillus larvae*. When using the essential oil of this plant, there have not been any toxicological risks and other negative effects such as resistance that develops when using synthetic antibiotics [40].

Use in organic farming

Anise essential oil is a highly effective insecticide and has a repellent effect on mosquitoes [78, 38]. Insecticidal and ovicidal activity of anise essential oil on storage pests: *Tribolium confusum*, *Sitophilus orizae* and *Ephestia kuehniella* [98, 99], as well as *Lycoriella ingenua*, a pest which is particularly important in the production of mushrooms [75]. It is believed that tyrosinase inhibitors in anise essential oil play a key role in insect control [64].

Anise essential oil inhibits the growth of fungi: *Alternaria alternata*, *Penicillium italicum*, *P. digitatum* and *Botrytis cinerea*, which can be used for the production of environmentally friendly biocide in processed fruit and vegetables [1]. Also, at a concentration of 3000 ppm anise essential oil completely inhibits the potato virus X (PVX), tobacco mosaic virus (TMV) and virus ring spot of tobacco (TRSV). There could be synthesized products based on anise as an effective natural virocidic in the near future [86].

Use in food industry

Due to its aromatic and pleasant taste, anise is used for making candy, chewing gum, liqueurs, aromatic drinks. The essential oil is often one of the components for making toothpaste and other products used for maintaining oral hygiene. It is also used for medication flavoring, especially those for children [58].

Anise liqueur: pour 0.6 l of 70% alcohol over 50 g of crushed anise fruits and place it in a bottle. Allow it to stand for 6–8 days with daily shaking, then strain it through a multi-layered cheesecloth and add chilled sugar syrup, which is made of 400 g of sugar and a 0.5 l of water.

6.

Phenological stages of anise and environmental conditions

This chapter describes the phenological stages of anise and its requirements for moisture, temperature and light during the growing season, as well as during certain phenological stages.

6.1. Phenological stages of anise

According to literature, the vegetation period of anise is 120–150 days [57]. The development of the plants was monitored daily, which is shown in Picture 7. During the growing season, we found five phenological stages. These are:

1. germination,
2. formation of leaf rosette,
3. stem elongation,
4. flowering, and
5. fruit formation and maturation.

Picture 7. Phenological stages of anise (see page 31)

Based on the experiments performed during two years (2011/12) carried out at three locations (Mošorin, Veliki Radinci and Ostojićevo), there have not been any differences observed in the length of anise growing seasons or in the duration of individual phenological stages depending on the applied fertilizer (control, *Slavol*, *BactoFil B-10*, *Royal Ofert* biohumus, vermicompost and NPK). Differences existed in the locality and years. From figure 1 it can be seen that the vegetation period of anise lasted from 112 to 145 days. It can also be seen that in 2011 it lasted longer (an average 138 days) when compared to 2012 (116 days).

According to literature, 17–25 days passes from sowing to germination [57, 34]. In the studies that we presented during 2011/12, the germination period lasted 14–36 days. Germination is referred to as the emergence of cotyledons above ground. Anise sprouts have two thin lanceolate cotyledons with round apex. Hypocotyl is short, of medium thickness.

This period is followed by a period of leaf rosette formation, which ends with stem elongation. This is the longest period and it lasts 35–40 days. In our study, the formation of the leaf rosette lasted from 25 to 47 days. The influence of weather conditions on the duration of this phase was very evident. During

2011, the leaf rosette formation lasted an average of 31 days and, in 2012, the average duration of this phase was 46 days. The lengthening of this phase can be explained by the higher amount of rainfall in the first part of the growing season during 2012.

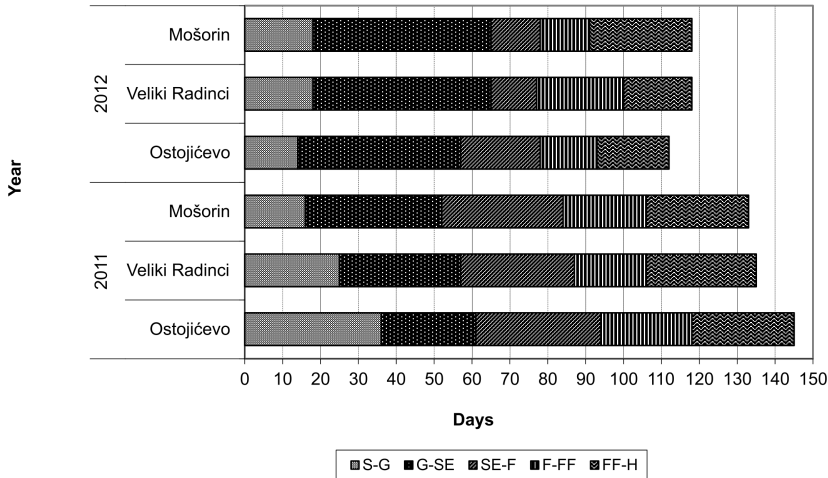


Figure 1. Duration of phenological stages of anise during 2011 and 2012 at all three localities (S–sowing, G–germination, SE–stem elongation, F–flowering, FF–fruit formation and maturation, H–harvest).

From stem elongation to flowering, anise needs 12 to 33 days, which was also influenced by the weather conditions. During 2012, this period was significantly shorter (average 15 days) when compared to 2011, when it took 32 days. The shortening of this period in 2012 was caused by high temperatures accompanied by a lack of rainfall.

Juvenile development is finished with this phenological stage. The duration of the juvenile period makes up for 65.5% of the growing season. This coincides with coriander, where the juvenile phase is determined to last for more than 50% of the growing season [23].

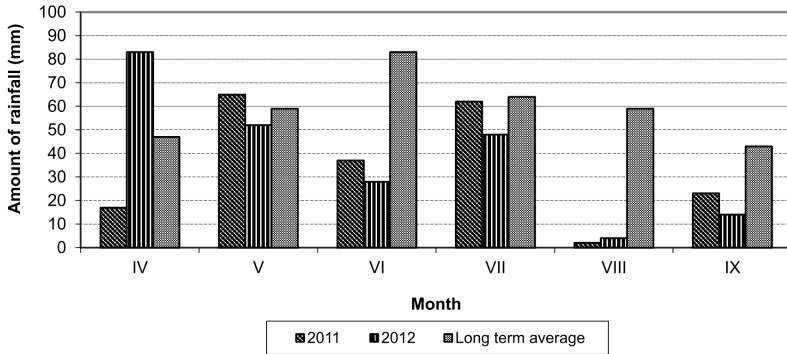
Generative phase of development starts with flowering, which in our experiments lasted 13 to 24 days. The weather conditions significantly influenced its length. Flowering lasted an average of 17 days during 2012, and in 2011, it took an average of five days longer. According to literature, this period lasts 20–25 days.

In our study, maturing lasted 18–29 days, whereas in data from literature, this period lasts 25–30 days. During 2012, drought accelerated the process of maturation, and lasted 21 days on average, while it took a week longer in 2011.

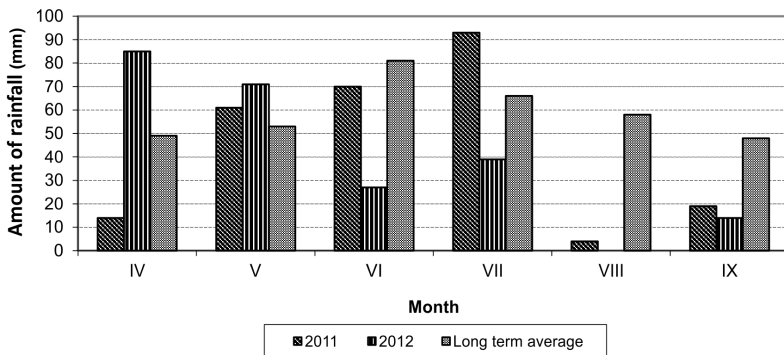
6.2. Influence of weather conditions on phenological stages of anise

As already noted, the duration of phenological stages is mostly affected by weather conditions during the year. The two years in which our study was carried out were significantly different.

Novi Sad



Sremska Mitrovica



Kikinda

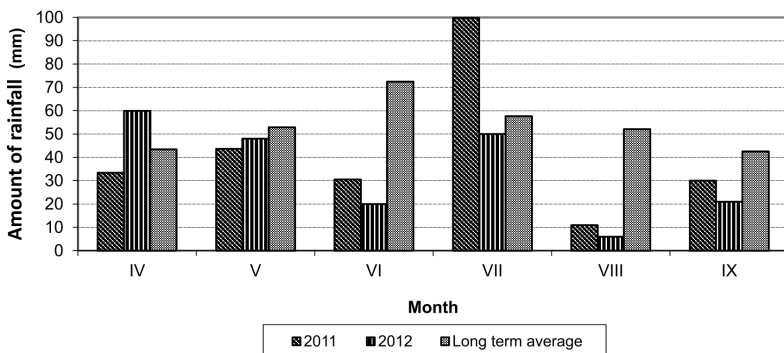
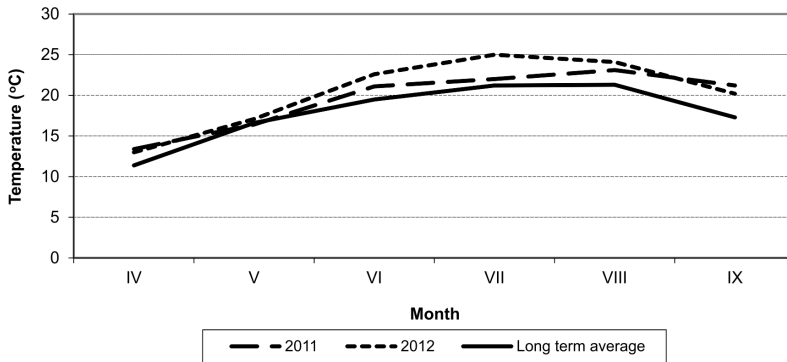
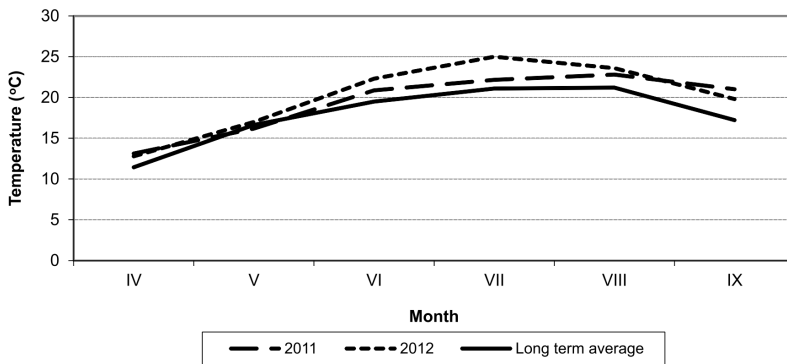


Figure 2. Amount of rainfall (mm) during vegetation period (April–September) in 2011 and 2012, as well as long term average (1971–2012) at all three investigated localities (Republic Hydrometeorological Service of Serbia)

Novi Sad



Sremska Mitrovica



Kikinda

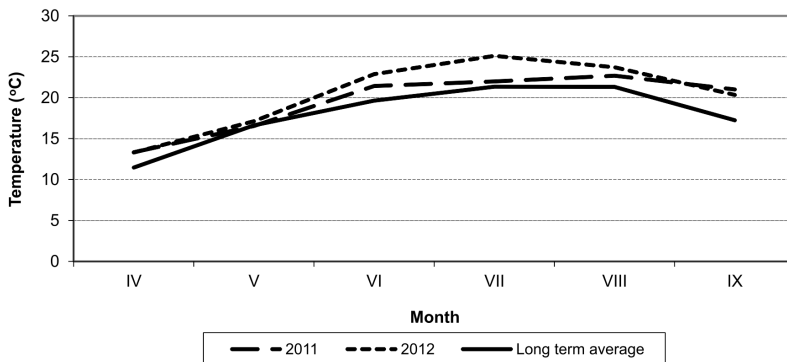


Figure 3. Average daily temperatures (°C) during vegetation period (April–September) in 2011 and 2012, as well as long term average (1971–2012) at all three investigated localities (Republic Hydrometeorological Service of Serbia)

The amount of rainfall in 2011 was higher (183.3 mm), while 2012 was drier in comparison to the previous year (165.0 mm). The amount and distribution of rainfall during both years, as well as long-term average of rainfall are shown in Figure 2. Data from the nearest meteorological station was used, whose distance is less than 30 km from the experimental plots (for locality Mošorin – MS Novi Sad, for Veliki Radinci – MS Sremska Mitrovica, and for Ostojićevo – MS

Kikinda). It can be said that in 2011, the precipitation at all phenological stages was evenly distributed. During 2012, it was mainly concentrated in the period from sowing to stem elongation, when about 77% of the total amount of rainfall fell during the growing season. During the flowering period, 34 mm of rain fell in 2011, while in 2012, only 20.7 mm, leading to a shortening of the generative phase. In addition, the lack of rainfall in the second year of study was in the period of the formation and maturation of the fruit, which, in addition to the higher mean daily temperature, caused a shortening of the phenological phases.

Average daily temperatures during two investigated years were significantly higher than long time average (figure 3). It can also be said that 2012 was warmer in comparison to 2011. It should be noted that during the second year of the research the vegetation period was shorter, but that the mean daily temperatures were higher on average for 1.3 °C. The higher average daily temperatures could have caused the shortening of anise vegetation period in the second year of the study.

During both years and at all three localities, the sum of effective temperatures during anise growing season was over 2000 °C (Figure 4). It can be stated that, in 2011, the sum of effective temperatures was higher (2505 °C) in comparison to 2012 (2278 °C). This confirms the fact that anise is a thermophile plant.

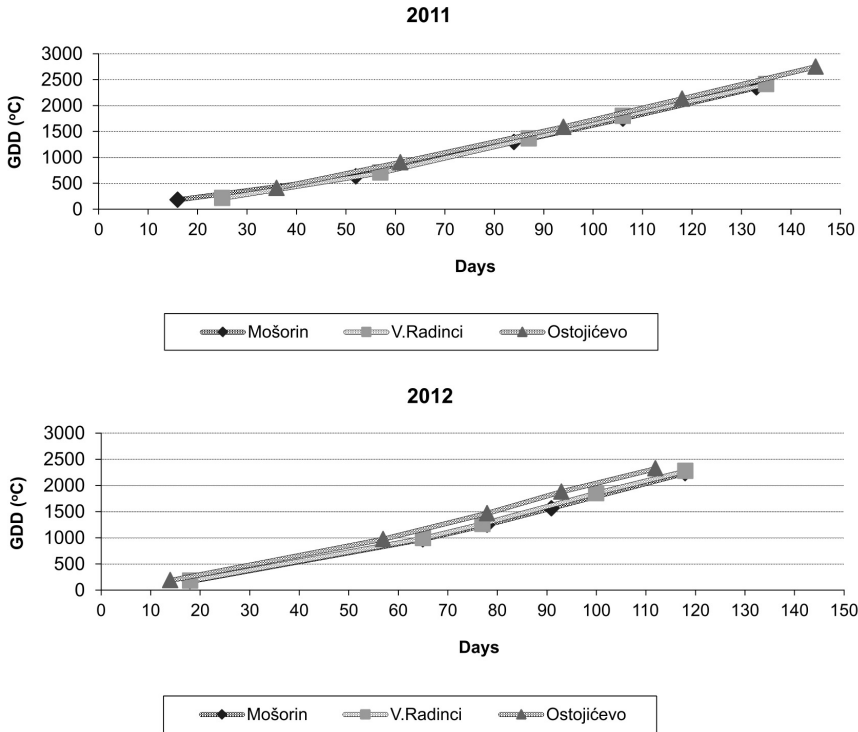
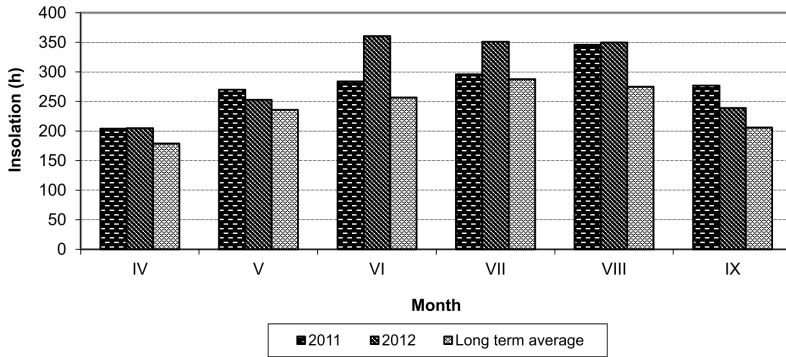


Figure 4. The sum of effective temperatures (GDD) during phenological phases of anise in 2011 and 2012 at all three localities

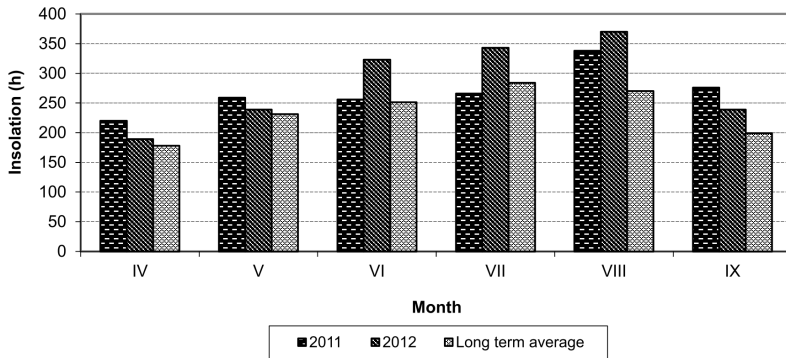
Insolation depends directly on cloudiness, which in turn tracks the movement of relative humidity. Insolation during the growing season during both years at all three localities studied is shown in figure 5. In both years, there was more

insolation than long-term average for the growing season (the average insolation value for all three localities is 1443 h). Insolation was higher during 2012 (1710 h) in comparison to 2011 (1660 h).

Novi Sad



Sremska Mitrovica



Kikinda

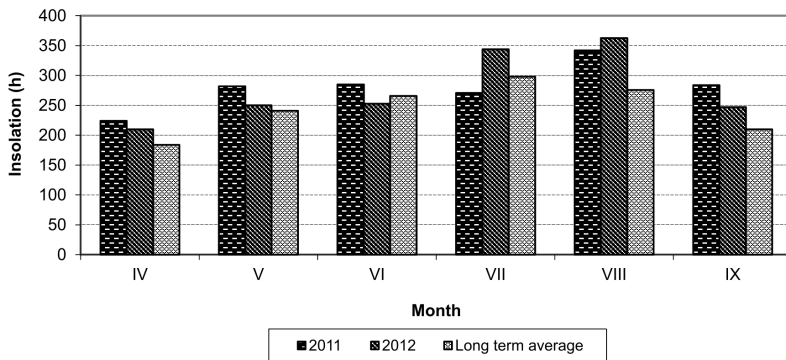


Figure 5. Insolation (h) during vegetation period (April–September) in 2011 and 2012, as well as long term average (1971–2012) at all three investigated localities (Republic Hydrometeorological Service of Serbia)

The influence of insolation on the duration of anise vegetation period and some phenological phases is shown in figure 6. As it can be seen from the

displayed graphics, during anise growing season, it took more than 1000 hours of sunshine for the yield. There was a smaller number of sunny hours during 2012 (average 1074) when compared to 2011 (average 1145). The shortening of the vegetation period, followed by a lack of rainfall and high temperatures is a consequence of a smaller number of sunny hours in 2011.

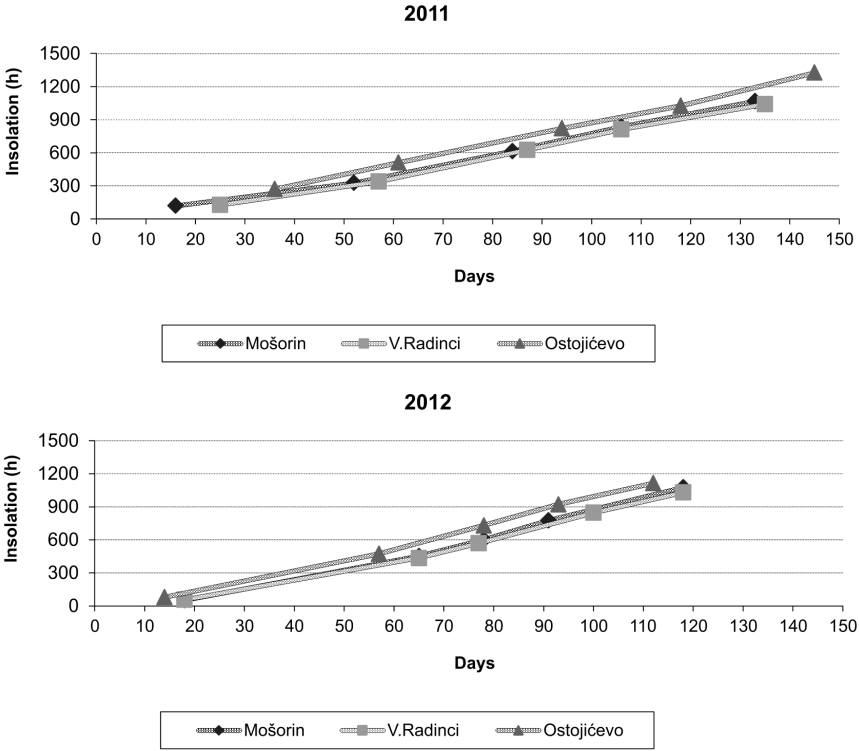


Figure 6. Insolation (h) during phenological phases of anise in 2011 and 2012 at all three localities

7.

Anise growing technology

Anise has favorable environmental conditions for growth in our country. This chapter is divided into several parts which are important for the growing technology of anise: (1) crop establishment, which deals with the selection of soil and previous crop, primary processing and fertilizer, as well as seed and sowing, (2) crop care, where in addition to tending repents special attention is paid to diseases and pests, and (3) harvest. Latter subchapter provides information about the yield, processing and calculation the cost production. Picture 8 shows the details of the growing anise in field conditions.

Picture 8. Production of anise in field conditions: A) anise crop in the phase of 4–5 leaves, Б) anise crop in the phase of stem elongation, В) anise crop in full flowering, Г) anise crop in the phase of fruit formation (see page 39).

7.1. Anise crop establishment

Soil. According to literature, anise has no great claims to the soil, but it favors deep and good-draining soil with good physical structure. Anise can also be successfully grown on lime and lax soil rich in nutrients, where the pH value is between 6.5 and 7.2. Heavy and clayey soils, which are impervious in addition, are not suitable for growing this crop.

Previous crop. Anise is usually grown in rotation after fertilized crops or after cereals. Due to the occurrence of common diseases and pests, anise should not be sown after the plants from the family *Apiaceae*. Anise can be grown at the same place only after three years, and the same goes for the other plants in this family.

Primary processing. Different soil types require different ways of processing. National experts recommend that the main processing be carried out in the autumn and that the land is left in the open furrows during the winter. Early in spring, the furrows should be closed by using a harrow and the surface should be leveled.

Fertilization. Some authors suggest that 200–250 kg/ha superphosphate should be added by plowing in the primary processing of soil as phosphorus increases the amount of essential oil in anise fruit [33]. Others suggest the intake of 300–400 kg/ha NPK fertilizer in the formulation 15:15:15 [91].

Seed and sowing. Anise is sown early in the spring at a depth of 2–3 cm. It is usually sown at row spacing of 40 cm, while it takes about 10 kg of seed per

hectare. Inter-row spacing of 25–30 cm is also applied, where 13–15 kg of seed per hectare is needed. In either case, the preferred number is about 50–60 plants per meter.

In order to achieve faster and more complete plant germination, seeds for planting can be stratified, which is achieved by immersion in water heated to 18 °C. The seed is kept in water until it swells, then it should be removed and placed in piles at a temperature of 18–22 °C and left to stand for 2–3 days.

Experiments found that the optimum temperature for germination of anise seed is between 20 and 25 °C [90].

In the research that we carried out during the two years, we have come to the conclusion that the aniseed obtained from plants grown in moderate 2011 had better germination energy, total germination, 1000 seed mass and essential oil content compared to the dry 2012. Better quality of the seed is a result of a long period of fruit formation and synthesis of essential oils in climatic conditions more favorable for the plant, which were in 2011 [5].

7.2. Anise crop care

Mechanical weeding. The initial growth of anise is very slow, and weeds are a serious problem. Crop cultivation consists of cultivating or hoeing two to three times in order to suppress weeds. Usually the first hoeing is when plants have 4–5 leaves (5–6 cm height), and the second in phase of stem elongation (about 20–30 days after the first hoeing).

Foliar fertilization. In addition to the mechanical weeding, foliar fertilization can be carried in the one or two occasions. The recommended amount of mineral fertilizer for foliar fertilization is 120–150 kg/ha of nitrogen.

In the research that we did in 2011 with biofertilizers based on *Bacillus* (*Bacillus subtilis* FZB24 and *RhizoVital* 42L), we found that the yield ranged from 480 to 563 kg/ha. When applying the mixture of *Bacillus subtilis* FZB24 statistically significant differences in the yield were observed between the control and the variants, where the seed treatment was applied and spraying with a solution in the stage of leaf rosettes (5–6 leaves). The same regularity was observed during the application of the preparation *RhizoVital* 42 L, provided that there was a statistically significant difference between the control and all other treatments [4].

Diseases. Diseases that occur in anise: blight (*Plasmopara nivea* syn. *P. petroselini*, *P. umbelliferarum*), rust (*Puccinia pimpinellae*), and leaf spot (*Passalora malkoffii* syn. *Cercospora malkoffii*).

○ **Blight (*Plasmopara nivea* (Unger) Schr.)**

The disease is manifested on the lower leaves first in the form of irregular circular, elongated yellow-brown and brown spots. Then, the tissue in these spots becomes necrotic, turns black and wilts. Spots are interconnected. The result is a complete or partial wilting of the lower leaves. An abundant snow white cover consisting of conidiophores and conidia parasites develops on the back parts of the dry leaves.

Symptoms of the disease in the middle and upper leaves are significantly different from those at the bottom. The characteristic tan spots are not observed

like in the lower leaves, but the whole area of complex leaves turns black and dry. The result is almost always the complete destruction of the middle and upper leaves. The parasite establishes abundant whitish film on the lower side, and less often on the blade of the complex ballots.

Symptoms on stalks appear in the form of elongated dark brown spots. Spots can affect the trunk and branches to form a ring at a greater length. In this case wilting of the whole plant or of individual branches occurs.

The parasite also forms a snow-white film along the stems and petiole blossom. Beneath it, the tissue darkens and wilts, so that the individual flowers and the whole inflorescence fall off completely. The fruit also darkens and dry, on their surface, as well as in other parts, there is a whitish film [59].

○ **Rust (*Puccinia pimpinellae* (F. Straus) Mart.)**

Rust is the most common disease of fennel in Egypt, which leads to significant losses in fruit and essential oil yield [113]. Symptoms first appear as small yellowish spots on the underside of the leaves. These spots become bigger over time to form light brown spots with a yellow halo. Later, the infection spreads to the stem and umbels. Symptoms are most evident in the period of flowering. Pustules may appear on blade. Wreath and premature wilting may occur due to severe infections [83].

○ **Leaf spot (*Passalora malkoffii* (Bubák) U. Braun.)**

The first symptoms of infection occur in the basal leaves in the form of cylindrical light brown dashes with dark dots. Later, the whole leaf becomes brown and symptoms spread to the upper leaves and umbels. Infected flowers of anise are brown-black, as well as the seeds, which spread the fungus [82].

Insects. Insects do not cause significant damage to anise. Caterpillars of various butterflies damage the leaves, and caterpillars *Depressaria depressella* attack umbels. In Turkey, the pest is identified as *Carterus dama* (Coleoptera: Carabidae) [60].

7.3. Anise harvest

Harvest. Anise matures quite unevenly. In determining the time, the purpose of the fruits should be kept in mind. It was found that green fruits have more essential oil than ripe, but they do not have germination. It also looks shriveled therefore loses commercial value and cannot be used as a spice.

The seed harvest is performed in the stage of full maturation, while the fruit harvest is performed when the branches become yellowish and the fruits gray-brown. The harvest is done in the morning, while there is still dew that prevents the dispersal of seeds. On small areas, anise is harvested by hand by plucking the plant and trashing the seeds from umbels, while in big areas the harvest is performed by wheat combine harvester. In mechanical harvesting, screen size and strength of the wind of the combine should be adjusted because the seed is very small and light.

Yield. The yield varies greatly and depends on many factors. According to the textbook literature in our country, the yield most commonly varies from 600–1000 kg/ha [57, 91]. From the literature reviewed, it was found that the yield varies in greater boundaries from 314.5 kg/ha, to 2973.2 kg/ha [52, 31].

In our two years of research, seed yield was reflected in the average 1551.2 kg/ha and it was significantly influenced by the locality and applied fertilizer [2, pg 108].

Postharvest processing. After harvest, if it is done before the stage of full maturity, the fruits are dried naturally (in the shadow of a drafty place) or artificially (at temperature up to 40 °C), then cleaned and packaged. Seed cleaning includes elimination of impurities, which can be organic and inorganic. Clean seed is packaged into multilayer paper bags.

The fruit of anise can be processed by distillation to obtain essential oil. The distillation is carried out by the steam, where anise is previously grounded in order to get better results.

The yield of essential oil per hectare in our study is significantly affected by the conditions. During favorable 2011, one hectare of anise crops yielded an average of 64 kg/ha of essential oil, while in the warmer and dry 2012, 20% or less essential oil was obtained. When it comes to the use of different types of fertilizers, the highest yield of essential oil per unit area was obtained by the application of chemical fertilizer NPK (67 kg/ha), and then *Royal Ofert* biohumus (62 kg/ha).

The yield of essential oil depends on the stage of maturity, ranging from 14.35 to 38.77 l/ha. It should be noted that the highest yield of essential oil per hectare is obtained when the primary umbels ripen fully and the leaves begin to yellow. The lowest yield is obtained in full maturity (12 days later) [73]. The yield of essential oil per unit area considerably depends on the seeding rate, in the ranges of 98 to 151 l/ha [100].

Calculation of production. By calculating the production of anise it can be concluded that the highest income from the fruit of anise in commercial asking price of 2.5 €/kg is achieved when applying the chemical NPK fertilizer (3500 €/ha) and organic biofertilizers *BactoFil B-10* (3200 €/ha) and *Slavol* (3000 €/ha), then control (2700 €/ha), while the lowest profit is achieved in the application of vermicompost and *Royal Ofert* biohumus. However, if we bear in mind that organically produced plants achieve around 20% higher price, the application of biofertilizers is entirely feasible for this type of production [7].

When it comes to anise essential oil, it can be said that its production is less profitable than the production of fruit. In the production of essential oil, the highest profit in the commercial asking price of 50 €/kg can be achieved with the application of chemical fertilizer NPK (2100 €/ha). The application of *Royal Ofert* granules and vermicompost is not economically viable and even has a negative balance, while the use of biofertilizers increases profit from 8.5 to 14.5% compared with control (1600 €/ha). As organic products have an increased demand, especially in the food industry, organic anise essential oil could have great potential for revenue, while also figuring as the most cost-effective application of biofertilizers.

8.

Star anise (*Illicium verum* Hook.)

Star anise (*Illicium verum* Hook.) has been a long known spice. This plant has been used in China, where it originated, since 100 BC. In Europe, it became known in the XVI century, thanks to the English navigator Cavendish. This plant belongs to the *Magnoliaceae* family and grows as an evergreen tree or shrub. It has a very narrow distribution area of cultivation, which covers the southern part of China and Vietnam [41]. In addition, Jamaica, Laos and the Philippines have favorable conditions for its growth.

This chapter provides an overview of the morphological characteristics of the star anise, the chemical composition and use. It also provides information about the growing conditions and cultivation.

8.1. Star anise morphology

Star anise grows like a tree, reaching a height of 8–15 m and the diameter of about 25 cm. Bark is pale green, leaves are simple, oval, 10–15 cm long and 2.5–5.5 cm wide, arranged alternately (Picture 9A). The flowers are solitary, 1.5–4 cm in diameter, light pink to red, bisexual (Picture 9B). The flowers are formed axillary or subterminally. The capsule has the shape of a star with eight rays, which typically have a diameter of up to 2.5 to 4.5 cm. After maturation, the capsule becomes woody and brown. Each ray contains seeds. The seed is shiny and brown, 7–10 mm long, 4–6 mm wide and 2.5–3 mm thick (Picture 9Г).

Picture 9. Star anise: A) Leaves of star anise [119], Б) Flowers of star anise [120], B) Unopened capsules of star anise [121], Г) Capsule and seed of star anise [122] (see page 45)

The Japanese star anise (*Illicium anisatum* L.) is a very similar species, but it is not edible because it contains neurotoxins (anisatin and neoanisatin) that cause serious neurological and gastrointestinal problems such as convulsions, diarrhea and vomiting. Thus, the compositions of this plant cannot be applied internally but it can be applied externally for the treatment of certain skin diseases and rheumatic diseases. The main difference in the appearance of these two types of capsules is that *I. verum* has eight rays, while *I. anisatum* usually has 10 to 13. In addition, the latter species has an unpleasant odor.

8.2. Star anise chemical composition and use

Dry fruit capsule (without seed) contains 8–10% essential oil, 20% fatty oil and other substances such as oleoresin, tannins, pectin and mucilage. Seeds have less essential oil (2.5 to 5.0%) but contain more fatty oil (about 55%). The leaves also contain essential oil, but a small percentage (about 0.5%).

Composition of *Illicium verum* essential oil is almost identical to *Pimpinella anisum*. The content of *trans*-anethole in the star anise essential oil ranges from 85–95%. Other components are: α -pinene, lemon, β -phellandrene, α -terpineol, farnesol and safrole [27].

By analyzing star anise which can be found in Serbian market (*Lay Gewürze*, Germany) it was found that the seed contains 4.27% of essential oil with 15 components, which are shown in Table 6. As it can be seen, the most common is *trans*-anethole with 94.9%, followed by limonene with 2.7% and methyl cavicol from 1.3%, while other components were present with less than 1%

Table 6. Compounds from star anise seed essential oil

No	Component	R.T.	R.I.	%
1	α -pinene	5.834	935	0.2
2	β -pinene	7.050	975	trace
3	α -phellandrene	7.910	1008	trace
4	δ -3-carene	8.094	1013	0.2
5	<i>p</i> -cymene	8.582	1027	0.1
6	limonene	8.719	1031	2.7
7	linalool	11.404	1103	0.1
8	α -terpineol	15.315	1192	trace
9	methylchavicol	15.616	1200	1.3
10	<i>cis</i> -anethole	18.067	1255	0.2
11	<i>p</i> -anisaldehyde	18.288	1258	trace
12	<i>trans</i> -anethole	19.591	1291	94.9
13	α -copaene	23.523	1380	trace
14	<i>trans</i> -caryophyllene	25.413	1424	0.1
15	<i>trans</i> - α -bergamotene	26.119	1440	0.1
16	<i>trans</i> - β -farnesane	27.078	1448	trace
17	<i>trans</i> -methylisoeugenol	28.742	1503	trace
15	foeniculin	35.959	1683	0.1

Monoterpene hydrocarbons

3.2

Monoterpene alcohols

0.1

Phenylpropenes

96.4

Sesquiterpenes

0.3

trace – component present less than 0.1%; *R.T.* – retention time, *R.I.* – retention index

Fatty oil consists of oleic acid (63.24%), linolenic acid (24.40%), stearic (7.93%) and myristic acid (4.43%) [41]. This fatty oil is not only used in food, but also in the cosmetic industry for the preparation of soap and perfume.

Star anise has a long history of use in Asia, especially China. In this part of the world, traditional tea for treatment of flurry and insomnia is made from the fruit of star anise (*Anisi stellati fructus*), while essential oil (*Anisi stellati aethroleum*) is used against stomach pain and vomiting. Also, star anise is used for the

preparation of desserts, pastries and beverages, as well as seasoning for meat and vegetables. Ground fruit is most commonly used for this purpose. Fruit powder is of a characteristic reddish-brown color and is one of the five basic spices of traditional Asian cuisine (in addition to cloves, cinnamon, pepper and fennel).

Numerous studies confirmed that star anise has antimicrobial [47] and antioxidant properties [109]. It also acts as an insecticide [106]. As in the case of aniseed (*Pimpinella anisum*), it is believed that the *trans*-anethole component causes these effects.

However, the most significant use of star anise is in the pharmaceutical industry for the extraction of shikimic acid, which is used for manufacturing a medicament Tamiflu[®] (oseltamivir phosphate). This remedy, which belongs to the group of the neuraminidase inhibitors, is used for the treatment of influenza virus H5N1 (i.e. avian influenza) [105].

8.3. Star anise habitat and cultivation

As it was mentioned above, star anise is a plant with very narrow areal of habitat. It grows in tropical and subtropical climates at altitudes above 2000 meters. It is usually found in mountain regions, south from 25° north latitude. Average annual temperatures in this region is around 19 °C and do not go below 10 °C in the coldest months. The average annual precipitation is above 1300 mm and humidity is above 78%. The soil on which it thrives best is well-drained and slightly acid on a depth of 120 cm or more.

Star anise propagates mainly by seed. Since the seed rapidly loses germination, it must be sown immediately. The best time is three days after the harvest, in well-prepared beds at a distance of 3–4 cm. When young plants reach the stage of four leaves, they are replanted at a distance of 25 cm, where the plants grow for the next three years. After this period, plants are planted at a distance of 5 m, with 400 trees per hectare. Young star anise tree usually flowers for the first time after ten years.

Flowering is very unusual. There are three blooming seasons of star anise. First flowering in the year is from March to the end of April. However, flowers are sterile and do not develop into fruit. Other flowering occurs from July to August and usually takes only two to three weeks. The flowers are much larger than the previous ones and they develop fruit. Some fruit ripens prematurely, from November to January. The third round of flowering begins immediately after the second, sometimes even at the same time. These flowers are very small and become fruit from August to October. They give a very high yield and this harvest provides about 80% of the total yield.

As the quality of star anise is determined by the amount of essential oil, and as the largest amount of essential oil is in the period before full maturity, harvesting is done when the fruit begins to change color from green to yellow-brown and when the pericarp is not open (Picture 9B).

Harvest is performed by children who climb the trees and adults who use a wooden hook from the ground. Sometimes the harvest is done by shaking. The fruit is collected in cloth bags or woven baskets, and dried in the sun for 3–4 days until it gets a distinctive reddish-brown color, when the pericarp cracks and releases the characteristic aroma. Then the fruit is moved from the sun and

cleaned (stems, leaves and other ingredients are removed and a classification is performed). The first class consists of fruit with a diameter of 2.5 cm (min 85%), and the second class is composed of crushed fruit and fruit with a smaller diameter. Fruit stored in a dry and cold place can be kept 3–5 years.

Yield is low in the first year, usually 0.5 to 1 kg of fresh fruit per tree, but it increases with aging. The yield is the highest after 20 years, about 30 kg of fresh fruit per tree [41]. Four to five kg of fresh fruit give 1 kg of dried fruit and from 10 kg of fresh fruit, 1 kg essential oil can be obtained.

9.

Index of terms

- Anisi aethroleum* 71
- Anisi fructus* 69, 71
- Anisi pulvis* 69, 70
- anticancer effect 81
- anti-inflammatory effect 78, 81
- antimicrobial effect 81, 96
- antioxidant activity 80

- chromatogram 74
- cis*-anethole 74, 77
- cost production calculation 93
- crop care 91

- digestive system 78
- dimension of the seed 69
- disease 91

- endosperm 69, 70
- environmental conditions 83, 90
- epoksi*-pseudoisoeugenyl
- 2-metilbutirate 74
- essential oil 73, 74
- essential oil channels 70

- fatty oil 70, 71
- fertilization 90
- foliar fertilization 91

- GC/FID 74
- growing
 - conditions 65
 - technology 90

- harvest 92
- herb 71
- hydrodistillation 73

- Illicium verum* Hock. 94

- mericarp 69
- methylchavicol 74, 77
- microwave-assisted hydrodistillation 73
- monoterpenes 74, 75
- morphological characteristic 67, 69

- nervous system 80
- number
 - of seed in umbel 68
 - of umbel per plant 68

- oleic acid 71
- Oleum anisi* 71

- Passalora malkoffii* 91, 92
- pericarp 69, 70
- petroselinic acid 71
- phenological stages 83, 84, 85
- phenylpropene 74
- phytochemical markers 74
- Pimpinella anisum* L. 67
- Pimpinella major* (L.) Huds. 66
- Pimpinella saxifraga* L. 66
- plant height 67, 68
- Plasmopara nivea* 91
- previous crop 90
- primary processing 90

postharvest processing 93
Puccinia pimpinellae 91, 92

reproductive system 80
respiratory system 78, 79

schizocarp 69
sesquiterpenes 71, 74
soil 90
sowing 90
supercritical CO₂ extraction 73

thousand seed mass 69
trans-anethole 71, 74, 76, 77
trans-pseudoisoeugenyl
2-methylbutirate 74, 77
trichome 69, 70

umbel diameter 68, 89
uses
– **in organic farming** 82
– **in veterinary and animal**
husbandry 81

yield 92

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

635.75

АЋИМОВИЋ, Милица, 1981-

Анис (*Pimpinella anisum* L.) / Милица Аћимовић. - Београд : Задужбина Андрејевић, 2015 (Београд : Instant system). - 99 стр. : илустр. ; 24 cm. - (Библиотека Dissertatio / Задужбина Андрејевић, ISSN 0354-7671 ; 340)

Насл. стр. приштампаног енгл. превода: Anise (*Pimpinella anisum* L.). - Текст ћир. и лат. - Тираж 500. - Библиографија: стр. 50-57. - Регистар.

ISBN 978-86-525-0201-1

а) Анис

COBISS.SR-ID 212336908

Др Милица Аћимовић (рођ. Бабић) ради у звању научног сарадника у Институту за прехранбене технологије Универзитета у Новом Саду. Током последипломских студија као стипендиста Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије била је ангажована за пет научних пројеката. Ауторка је више од 50 радова објављених у домаћим и међународним часописима, и саопштења на скуповима у земљи и иностранству. Објавила је монографију „Коријандар (*Coriandrum sativum* L.)“ (2014) и коауторка је поглавља у монографији „Органска пољопривреда“ (2008). Област научног и стручног интересовања: производња лековитог, ароматичног и зачинског биља у систему органске пољопривреде.



..., Монографија даје значајан допринос научним истраживањима из области гајења и употребе аниса, лековите, ароматичне и зачинске биљне врсте. Ауторка детаљно и систематично обрађује проблематику која се односи на ову биљку. “...

..., У монографији ауторка даје сажет и информативан приказ досадашњих литературних података о ароматичној и лековитој биљци анис, а истовремено на веома приступачан начин читаоце упознаје са богатим експерименталним резултатима до којих је дошла током две године гајења и истраживања ове биљке. Изложени научни резултати могу да имају практичну примену. “...

..., Студија је од великог значаја за националну и међународну литературу у области лековитог биља. С обзиром на њен садржај који на свеобухватан и мултидисциплинаран начин обрађује ову мало истражену биљну врсту, монографија ће наћи своју примену у литературном и практичном погледу. Веома је мали број публикација у међународној литератури које се баве овом биљном врстом те је монографија од значаја за научну и стручну јавност, као и за саму производњу ове културе. “...

Проф. др Љиљана Николић

Др Снежана Трифуновић, виши научни сарадник

Др Ненад Тркуља, научни сарадник

