

Dr Tomislav Čupina

Dr Slavko Borojević

Institut za poljoprivredna istraživanja

— Novi Sad

Poljoprivredni fakultet

— Novi Sad

PROUČAVANJE DINAMIKE SADRŽAJA I METABOLIZMA KAROTINOIDA U RAZLIČITIM LISTOVIMA I DRUGIM ZELENIM ORGANIMA U NEKIH GENOTIPOVA PSENICE

UVOD

Prema podacima iz literature karotinoidi učestvuju u raznovrsnim procesima kod biljaka. Tako, na primjer, dokazano je da karotinoidi učestvuju u regulisanju procesa rastežanja i razvića biljaka, u procesu razmnožavanja biljaka, u regulisanju metabolizma materija pri dozrevanju plodova i pri klijanju semena, u regulisanju fotokinetičkih procesa, u regulisanju mehanizma otpornosti protiv oboljenja, u regulisanju primarnog i sekundarnog metabolizma materija, a najveći značaj karotinoida ogleda se u procesu fotosinteze.

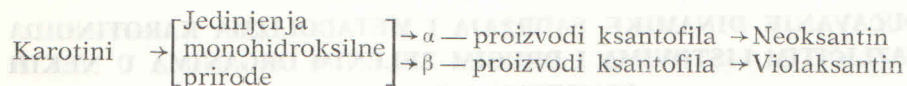
Prema rezultatima Novikova (1959), Lebedeva (1961) i Gjubbeneta (1951) smatra se da je dinamika sadržaja karotinoida u biljkama uslovljena procesima rastežanja i razvića, kao i dejstvom raznih ekoloških faktora. Obično količina karotinoida u listu raste do faze cvetanja, a zatim opada starenjem listova. Prema rezultatima Gudvina (1954) maksimalnom porastu listova odgovara maksimalni sadržaj karotinoida. Isti autor je utvrdio da se velika količina karotinoida nalazi u reproduktivnim organima biljaka. Britikov (1955) tvrdi da se karotini redovno nalaze u polenovim zrnima i da zajedno s drugim fiziološki aktivnim materijama regulišu klijanje polena kroz stubić plodnika, te tako povećavaju stepen oplodavanja i stvaranja semenih zametaka. Žukovskij (1949) je ustanovio da je proces mikrosporogeneze jako povezan s metabolizmom karotinoida.

Rezultati Čupine (1968) pokazuju da postoji zakonomernost između dinamike sadržaja karotinoida i etapa generativnog razvića. Svakoj etapi organogeneze odgovara postojan sadržaj karotinoida. Tako, na primjer, maksimalni sadržaj karotinoida kod kukuruza ostvaruje se u VII etapi organogeneze klipa.

Podaci Biskupskog (1965) pokazuju da karotinoidi regulišu metabolizam materija, pri dozrevanju i klijanju semena pojedinih vrsta žita a naročito kod pšenice.

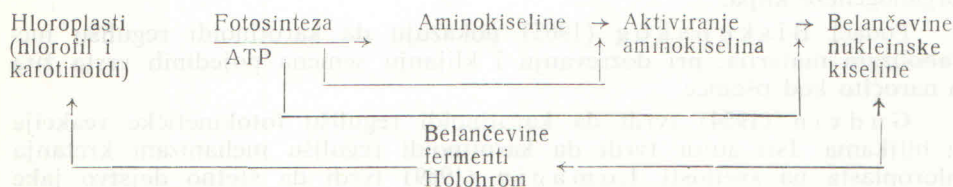
Gudvin (1954) tvrdi da karotinoidi regulišu fotokinetičke reakcije u biljkama. Isti autor tvrdi da karotinoidi regulišu mehanizam kretanja hloroplasta na svetlosti. Lomagin (1969) tvrdi da štetno dejstvo jake svetlosti na biljni organizam dolazi do izražaja naročito pri smanjenju sadržaja karotinoida. Griffiths (1955) i Saakov (1968) tvrde da karotinoidi predstavljaju zaštitni sistem hlorofila u cilju sprečavanja fotooksidacije pri jakom intenzitetu svetlosne energije.

Fiziološka uloga karotinoida i mehanizam njihovog učešća u fiziološkim procesima tesno je povezana dinamikom tih pigmenata u biljnoj ćeliji. njihovim uzajamnim transformacijama u procesu biosinteze i metabolizma materija. Prema podacima S a a k o v a (1966) dokazano je da se u toku vegetacije neprekidno transformišu karotini u ksantofile i obratno:



Autor je nakon unošenja obeleženog karotina sa C¹⁴ konstatovao da se obeleženi karotin posle kraćeg vremena transformiše u osnovne ksantofile kao što su: lutein, epoksantin, violaksantin i neoksantin. U biljnom organizmu karotini se transformišu u mono i di-epoksidne ksantofile. Na osnovu iznetih činjenica može se pretpostaviti da je pretvaranje karotina u ksantofile enzimatične prirode, ali da se izvesne etape transformacije ovih pigmenata stimulišu u prisustvu svetlosti. Danas se bez sumnje tvrdi da su karotini polazne komponente u biosintezi ksantofila. Š l j i k (1956) kao i niz drugih autora eksperimentalno su dokazali da se karotini i ksantofili mogu sintetizovati iz ugljenih hidrata, odnosno preko glukoze, acetata i koenzima A. Opšta shema biosinteze je sledeća: acetat → acetilkoenzim A → mevalonska kiselina → izopentilpirofosfat → tetraterpen → fitoin → likopin → karotini → ksantofili.

Podaci G u d v i n a (1954) pokazuju da se karotinoidi mogu sintetizovati u biljkama i iz azotnih materija, tako, na primer pojedine aminokiseline kao što su: valin, leucin i izoleucin mogu da služe kao polazne komponente za sintezu karotinoida. L e b e d e v (1966) i Š i j a n (1966), kao i niz drugih autora tvrde da u listu postoji uzajamna veza između sinteze karotinoida, azotnih materija, nukleinskih kiselina i hlorofila. Te uzajamne veze autori prikazuju na sledeći način:



Ipak najveći značaj karotinoida ogleda se u procesu fotosinteze. Mehanizam učešća karotinoida u procesu fotosinteze još uvijek nije dovoljno jasan. Prema podacima Bjorkmana (1966) smatra se da karotinoidi predstavljaju izvesne mehanizme koji učestvuju u prenošenju kiseonika vode do molekularnog kiseonika. Pri tome promena odnosa između karotina i ksantofila uslovljena je učešćem karotina u obrazovanju $\text{NADP} - \text{H}_2$ koji prema Lundegardhu (1965) služe kao donatori elektrona. Prema tome karotinoidi učestvuju u mehanizmu prenošenja energije u procesu

fotosinteze preko sledećeg sistema: karotin \xrightarrow{e} feredoksin \xrightarrow{e} $\text{NADP}_H^+ \xrightarrow{e}$ $\text{NADP} - \text{H}_2$, a međuprodukti u ovim reakcijama (ksantofili) služe kao akceptori kiseonika. Uloga karotinoida u procesu fotosinteze, kako izgleda povezana je sa hlorofilom kao fotosenzibilizatorom lista. Savremena fizika senzibilizatore smatra kao prenosioce energije. U skladu s ovim tumačenjem senzibilizator pod uticajem svetlosti prelazi u biradikal. Pri sjedinjavanju biradikala s kiseonikom obrazuje se peroksidni radikal. Labilni atom kiseonika prelazi na akceptor uz regeneraciju senzibilizatora. Kao akceptor kiseonika najverovatnije služe karotinoidi. Postavlja se pitanje prirode prenošenja kiseonika. Najverovatnije je da aktivirani molekul hlorofila veže na sebe kiseonik koji potiče iz procesa fotolize vode, a zatim se taj kiseonik akceptira od strane karotinoida uz obrazovanje epoksidnih ksantofila.

Od strane niza autora Sapožnikov (1965), Krinsky (1964), Saakov (1966) dokazano je da se prenošenje kiseonika odvija na svetlosti u anaerobnim uslovima preko sistema: violaksantin \rightarrow anteraksantin \rightarrow zeaksantin; violaksantin \rightarrow lutein; anteraksantin \rightarrow zeaksantin. Obrnute reakcije odvijaju se u mraku u aerobnim uslovima i povezane su oksidacijom polaznih pigmenata luteina i zeaksantina. Kako kiseonik epoksidnih grupa potiče iz vode to se u obratnim reakcijama u mraku oksidiše kiseonik hidrosilnog jona molekula vode u epoksidne grupe ksantofila. Treba istaći da najveći broj autora smatra da u prenošenju kiseonika u procesu fotosinteze učestvuje sistem: violaksantin \rightarrow lutein. Prenosjenje kiseonika vrši se tako što violaksantin izgubi 2 atoma kiseonika. Ovo je moguće, jer violaksantin ima 2 epoksidne grupe koje se odlikuju velikom reakcionom sposobnošću: $=\text{C}-\text{C}=\text{O}$ Smatra se da navedene reakci-

je mogu da protiču uz učešće niza drugih sistema kao što su plastohinon, vitamin K i drugi.

Metod rada

Ogled je izvođen na Oglednom polju Instituta za poljoprivredna istraživanja na Rimskim šančevima u Novom Sadu. Kao objekat ispitivanja služili su sledeći genotipovi pšenice: Bankut, Bezostaja, NS—611, San pastore, Libellula, Crvena zvezda, Bačka, Mara, Heine—VII, Purdue, NS—732 NS—735.

Sadržaj karotinoida je ispitivan u fazi klasanja, mlečne i voštane zrelosti. U pojedinim fazama sadržaj je određivan u prvom listu, u drugom listu i ostalim listovima zajedno, zatim u vršnoj internobiji i klasu. Za analizu je korišćen uzorak od 5 prosečnih biljaka.

Određivanje sadržaja karotinoida izvršeno je već ranije opisanom postupku Čupine i sarad. (1961). Količina karotinoida je izražavana u miligramima na gram suve materije ispitivanog dela biljke. Rezultati su takođe izražavani i u procentima po pojedinim biljnim delovima.

Dobiveni rezultati

Proučavanje razlike između pojedinih listova ili grupa listova u toku rastanja i razvicia pojedinih biljnih vrsta, a među njima i pšenice, već odavno privlači pažnju istraživača. Tako na primjer kod pojedinih listova i drugih zelenih organa pšenice ispitivan je vodni režim Strebeyko (1957, 1959), Zemskij (1967); intenzitet fotosinteze Petinov (1962), Dobrunov (1956); Kravcova (1957); Porter (1950); Watson (1963); intenzitet disanja Dobrunov (1960); distribuciju organskih materija u pojedinim listovima Birecka (1964) itd.

O sadržaju karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima pšenice ima manje podataka u literaturi. Istraživanja Sarića (1959) i Čupine (1961) pokazuju da je sadržaj karotinoida u listovima pšenice sortna osobina i da se menja u zavisnosti od niza spoljnih i unutrašnjih faktora. Gjubbenet (1951) smatra da se sadržaj karotinoida nasleđuje, a Gudvin (1954) tvrdi da u biljkama postoje specifični geni koji regulišu količinu i metabolizam karotinoida. Kassjanska (1968) ukazuje da pojedini geni regulišu funkcionalnost pigmenata hloroplasta preko odgovarajućih fermentnih sistema.

Podaci prikazani u tabelama 1, 3 i 5 pokazuju apsolutni sadržaj karotinoida u mg/g suve materije, a u tabelama 2, 4 i 6 prikazan je relativni odnos u % između pojedinih listova i drugih zelenih organa u fazama klasanja, mlečne zrelosti i voštane zrelosti.

Kao što se vidi apsolutni sadržaj karotinoida u trećem četvrtom i petom listu (ostali listovi) bio je najveći kod svih sorata u fazi klasanja, zatim u fazi mlečnog zrenja, dok u voštanoj zrelosti sadržaj karotinoida u ovim listovima skoro izčezava. Apsolutni sadržaj karotinoida u ovim listovima bio je najveći u fazi klasanja. Kasnozrele sorte imaju veći sadržaj karotinoida u ovim listovima u odnosu na ranozrele sorte. U fazi mlečne zrelosti u ovim listovima zapažen je znatno manji apsolutni sadržaj karotinoida. I u ovoj fazi ispitivane sorte se značajno razlikuju. U voštanoj zrelosti sadržaj karotinoida u trećem, četvrtom i petom listu potpuno

Tabela 1 — Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (mg/g suve materije)

Genotipovi	Faza klasanja			
	I list	II list	Ostali listovi	Klas
Bankut	0,398	0,351	0,218	0,054
Bezostaja	0,390	0,311	0,214	0,080
NS—611	0,290	0,193	0,118	0,048
S. pastore	0,170	0,150	0,133	0,026
Libellula	0,296	0,271	0,180	0,036
Crvena zvezda	0,318	0,261	0,170	0,054
Bačka	0,310	0,330	0,260	0,068
Mara	0,186	0,168	0,130	0,054
Heine VII	0,318	0,311	0,198	0,096
Purdue	0,186	0,188	0,143	0,035
NS—732	0,320	0,326	0,160	0,045
NS—735	0,216	0,205	0,110	0,041

Tabela 2 — Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (u ‰ u odnosu na ukupan sadržaj)

Genotipovi	Faza klasanja				Ukupno
	I list	II list	Ostali listovi	Klas	
Bankut	38,90	34,30	21,30	5,28	100,00
Bezostaja	39,30	31,30	21,50	8,04	100,00
NS—611	44,70	29,70	18,20	7,42	100,00
S. pastore	35,20	31,30	27,70	5,43	100,00
Libellula	37,79	34,60	23,00	4,59	100,00
Crvena zvezda	39,60	32,50	21,20	6,50	100,00
Bačka	32,10	34,10	26,90	7,30	100,00
Mara	34,51	31,20	24,10	10,02	100,00
Heine VII	34,50	33,70	21,52	10,35	100,00
Purdue	33,70	34,10	25,90	6,30	100,00
NS—732	37,60	38,40	18,80	5,31	100,00
NS—735	37,70	35,79	19,25	7,17	100,00

Tabela 3 — Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (mg/g suve materije)

Genotipovi	Faza mlečne zrelosti				
	I list	II list	Ostali listovi	Vršna internodija	Klas
Bankut	0,290	0,263	0,184	0,270	0,071
Bezostaja	0,284	0,196	0,188	0,217	0,081
NS—611	0,268	0,271	0,218	0,196	0,059
S. pastore	0,171	0,156	0,126	0,164	0,031
Libellula	0,213	0,230	0,140	0,196	0,068
Crvena zvezda	0,294	0,271	0,200	0,178	0,082
Bačka	0,308	0,273	0,194	0,294	0,076
Mara	0,176	0,165	0,121	0,164	0,061
Heine VII	0,284	0,196	0,161	0,218	0,093
Purdue	0,176	0,151	0,134	0,186	0,068
NS—732	0,191	0,173	0,151	0,178	0,062
NS—735	0,218	0,171	0,135	0,186	0,071

Tabela 4 — Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (u % u odnosu na ukupan sadržaj)

Genotipovi	Faza mlečne zrelosti					
	I list	II list	Ostali listovi	Vršna internodija	Klas	Ukupno
Bankut	26,90	24,40	17,10	25,08	8,75	100,00
Bezostaja	29,30	20,30	19,50	22,48	8,40	100,00
NS—611	26,40	26,71	21,50	19,35	5,82	100,00
S. pastore	26,41	24,11	19,65	25,30	4,80	100,00
Libellula	25,10	27,10	16,55	23,10	8,05	100,00
Crvena zvezda	26,64	26,48	19,45	17,35	8,00	100,00
Bačka	26,91	23,82	16,92	16,62	6,65	100,00
Mara	25,62	24,03	17,60	23,90	8,88	100,00
Heine VII	29,87	20,60	16,85	22,90	9,78	100,00
Purdue	24,61	21,10	18,75	26,10	9,50	100,00
NS—732	25,30	22,90	20,00	23,60	8,21	100,00
NS—735	27,90	21,91	17,25	23,81	9,70	100,00

Tabela 5 — Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (mg/g suve materije)

Genotipovi	Faza voštane zrelosti				
	I list	II list	Ostali listovi	Vršna internodija	Klas
Bankut	0,100	—	—	0,126	0,030
Bezostaja	0,141	0,117	0,110	0,147	0,032
NS—611	0,113	0,127	—	0,127	0,028
S pastore	0,107	0,051	—	0,104	0,019
Libellula	0,130	0,067	—	0,093	0,091
Crvena zvezda	0,141	0,063	—	0,097	0,024
Bačka	0,151	0,135	—	0,116	0,021
Mara	0,099	0,068	—	0,088	0,018
Heine VII	0,165	0,142	0,059	0,130	0,031
Purdue	0,105	0,038	—	0,071	0,016
NS—732	0,113	—	—	0,057	0,019
NS—735	0,084	0,027	—	0,081	0,017

Tabela 6 — Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (u % u odnosu na ukupan sadržaj)

Genotipovi	Faza voštane zrelosti					
	I list	II list	Ostali listovi	Vršna internodija	Klas	Ukupno
Bankut	40,14	—	—	47,13	11,30	100,00
Bezostaja	26,10	21,40	20,10	26,90	5,85	100,00
NS—611	28,60	32,10	—	32,15	7,07	100,00
S. pastore	38,10	18,15	—	37,10	6,76	100,00
Libellula	41,80	21,50	—	29,90	6,75	100,00
Crvena zvezda	43,40	19,35	—	29,81	7,39	100,00
Bačka	35,71	31,90	—	27,50	4,97	100,00
Mara	36,30	24,90	—	32,20	6,60	100,00
Heine VII	31,32	26,91	11,20	27,70	5,88	100,00
Purdue	45,60	16,50	—	30,90	6,97	100,00
NS—732	59,70	—	—	30,10	10,01	100,00
NS—735	40,30	12,90	—	38,70	8,12	100,00

izčezava. Isto tako treba istaći da je relativni odnos u trećem, četvrtom i petom listu i ostalim listovima (tabele 2, 4 i 6) bio znatno manji u u svim fazama ispitivanja u odnosu na sadržaj u prvom i drugom listu. U proseku za sve faze ispitivanja (tabela 8) udeo koji otpada na ove listove kod pojedinih sorata kreće se od 14,50 do 18,95%. Zapaženo je da se u ovim listovima kod kasnozrelih sorata nalazi veći udeo karotinoida u upoređenju sa ranozrelim sortama.

Količina karotinoida u drugom listu opada od faze klasanja do voštane zrelosti, ali je taj tempo opadanja nešto manji u odnosu na donje listove (5, 4 i 3 list). Apsolutni sadržaj karotinoida u drugom listu bio je najveći u fazi klasanja. Udeo karotinoida koji otpada na drugi list u ovoj fazi (tabela 2) kod pojedinih sorata kreće se od 29,70 do 38,40%. U mlečnoj zrelosti najveći apsolutni sadržaj karotinoida u ovom listu (tabela 3) zapažen je kod kasnozrelih i srednje zrelih sorata. Što se tiče relativnog odnosa sadržaja između pojedinih listova i drugih zelenih organa i drugog lista (tabela 4) on je vrlo različit kod ispitivanih genotipova i kreće od 20,30 do 27,10%. U voštanoj zrelosti apsolutni sadržaj karotinoida (tabela 5) u drugom listu značajno opada u odnosu na prethodnu fazu. U pogledu apsolutnog sadržaja karotinoida u drugom listu u ovoj fazi sorte se međusobno jako razlikuju. Relativni odnos sadržaja karotinoida u drugom listu u odnosu na druge listove i organe, takođe varira kod ispitivanih sorata od nule do 32,10%. Osim navedenog može se reći da je i u proseku za sve faze ispitivanja apsolutni sadržaj ovih pigmenata bio različit kod pojedinih sorata (tabela 7). Kod kasnozrelih sorata i prosečan sadržaj karotinoida u drugom listu bio je veći u odnosu na ranozrele.

Prvi list (zastavičar) kod svih ispitivanih sorata odlikuje se najvećim apsolutnim sadržajem karotinoida. I u prvom listu kao i u ostalim listovima sadržaj karotinoida opada od faze klasanja do voštane zrelosti. Najveći sadržaj karotinoida zapažen je u fazi klasanja (tabela 1). Relativni odnos karotinoida između prvog lista i drugih zelenih organa i listova u fazi klasanja (tabela 2) bio je različit kod ispitivanih sorata i kreće se od 32,10 do 44,70% u odnosu na ukupan sadržaj u svim zelenim organima. U mlečnoj zrelosti sadržaj karotinoida kod nekih sorata jače opada, a kod nekih slabije. Sadržaj karotinoida u prvom listu u odnosu na ukupan sadržaj u svim zelenim organima u mlečnoj zrelosti jako se koleba kod ispitivanih sorata. Apsolutni sadržaj karotinoida u prvom listu u voštanoj zrelosti, takođe opada. Međutim još uvek je u ovom listu sadržaj karotinoida visok, što može da ukazuje na veću fotosintetičku aktivnost prvog lista u fazi nalivanja zrna.

Tabela 7 — Prosečan sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (mg/g suve mase)

Genotipovi	I list	II list	Ostali listovi	Vršna internodija	Klas
Bankut	0,260	0,204	0,134	0,197	0,051
Bezostaja	0,271	0,208	0,170	0,184	0,064
NS—611	0,224	0,197	0,112	0,161	0,045
S. pastore	0,149	0,153	0,086	0,134	0,025
Libellula	0,224	0,189	0,109	0,144	0,065
Crvena zvezda	0,251	0,184	0,123	0,138	0,053
Bačka	0,256	0,245	0,151	0,205	0,054
Mara	0,154	0,134	0,084	0,125	0,044
Heine VII	0,254	0,216	0,120	0,173	0,067
Purdue	0,155	0,125	0,092	0,128	0,040
NS—732	0,207	0,166	0,101	0,117	0,042
NS—735	0,173	0,134	0,082	0,134	0,043

Tabela 8 — Prosečan sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima u nekih genotipova pšenice (u procentima u odnosu na ukupan sadržaj)

Genotipovi	I list	II list	Ostali listovi	Vršna internodija	Klas	Ukupno
Bankut	30,40	24,10	15,90	23,30	6,02	100,00
Bezostaja	30,20	23,20	18,95	20,50	7,15	100,00
NS—611	30,15	26,85	15,25	21,80	6,10	100,00
S. pastore	27,30	27,90	15,70	24,50	4,57	100,00
Libellula	30,10	25,80	14,90	19,68	8,90	100,00
Crvena zvezda	33,60	24,80	16,40	18,45	7,10	100,00
Bačka	28,10	26,90	16,60	22,50	5,92	100,00
Mara	28,50	24,70	15,50	23,10	8,14	100,00
Heine VII	30,60	26,10	14,50	20,80	8,08	100,00
Purdue	28,70	24,10	17,00	23,70	7,40	100,00
NS—732	32,79	26,20	16,00	18,50	6,64	100,00
NS—735	30,50	23,60	14,50	23,70	7,58	100,00

Sadržaj karotinoida u vršnoj internodiji kod svih genotipova vrlo je značajan i neznatno opada u mlečnoj i voštanoj zrelosti. Kod većine ispitivanih sorata sadržaj karotinoida u mlečnoj i voštanoj zrelosti u vršnoj internodiji prevazilazi njihov sadržaj u 5, 4 i 3 listu (ostali listovi), pa čak i u drugom listu. U proseku za sve faze ispitivanja nešto veći sadržaj karotinoida u vršnoj internodiji zapažen je kod kasnozrelih sorata. Ovako visok sadržaj karotinoida u vršnoj internodiji može da ukazuje na njenu veliku fotosintetičku aktivnost, naročito u fazama formiranja i nalivanja zrna.

Sadržaj karotinoida u klasu kod svih ispitivanih sorata manji je za 8 do 10 puta u odnosu na njegov sadržaj u listovima. Međutim ovaj sadržaj karotinoida u klasu jako je značajan, naročito kada se ima u vidu velika površina klasa. Ovo je značajno pre svega u fazi mlečne i voštane zrelosti, jer se u to vreme sadržaj karotinoida u vegetativnim organima jako smanjuje, što ukazuje na mogućnost rekompensacije sadržaja karotinoida putem klasa. Treba istaći da kod svih ispitivanih sorata sadržaj karotinoida opada od faze klasanja do voštane zrelosti. Kao i u vegetativnim organima i u klasu je konstatovan veći sadržaj karotinoida kod kasnozrelih sorata.

Diskusija rezultata

Dinamika sadržaja karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima kod ispitivanih sorata pšenice pokazuje određenu funkcionalnu zakonomernost. Najveći sadržaj karotinoida konstatovan je u onim listovima koji se nalaze neposredno u zoni cvasti (klasa). U prvom listu u proseku sadržaj karotinoida kod pojedinih sorata se je kolebao od 27,30 do 33,60‰; u drugom listu od 23,60 do 27,90‰ u ostalim listovima od 14,50 do 18,95‰; u vršnoj internodiji od 18,45 do 24,50‰ i u klasu od 4,57 do 8,90‰. Zapažen je veći sadržaj karotinoida u svim ispitivanim organima kod kasnozrelih i srednjezrelih sorata. Najveći sadržaj ovih pigmenata kao što je rečeno napred zapažen je u fazi klasanja, odnosno cvetanja muških polnih ćelija (prašnika). Ovu činjenicu potvrđuju i podaci Britikova (1955), koji je konstatovao da se u prašnicima nalazi povećan sadržaj karotinoida koji potpomažu klijanje polena kroz stubić plodnika i formiranje semenih zametaka. Dok sadržaj karotinoida u nižim listovima već u fazi mlečne zrelosti počinje da opada, dotle u prvom listu (zastavičaru) i vršnoj internodiji je njihov sadržaj konstantan. Najverovatnije je da se iz nižih listova karotinoidi transportuju u listove raspoređene u zoni klasa i vršnu internodiju, gdje u mlečnoj i voštanoj zrelosti mogu da služe kao veoma važne materije u metabolizmu klasa. Ove pretpostavke potvrđuju i podaci većeg broja autora, kao na primjer podaci G j u b b e n e t a (1940, 1946). Najverovatnije da se isčezavanje karotinoida u donjim listovima u kasnijim fazama rekompenzira njihovim povećanjem u vršnoj internodiji. U vršnoj inter-

nodiji i zelenom klasu prema nekim autorima karotinoidi vrlo intenzivno učestvuju u metabolizmu materija koji je inače svojstven za porast reproduktivnih organa. Prema tome u periodu formiranja i nalivanja klasa karotinoidi su aktivni učesnici u metabolizmu materija, a naročito u procesima embriogeneze semena. Međutim pri sazrevanju semena karotinoidi se u njemu nagomilavaju kao neka vrsta rezervnih materija koji su prema Žukovoj (1967) vrlo značajni pri formiranju elemenata semena (semenjače), (endosperma i klice), kao i u procesu dozrevanja semena. Prema podacima Žukove (1967) u klici se nalazi veći broj karotinoida: karotini i ksantofili kao što je lutein, violaksantin i neoksantin. Prema tome u zrnu su konstatovani karotinoidi koji su svojstveni fotosintetičkom aparaturom (listu) i koji učestvuju u procesu fotosinteze. Ova činjenica može nas uputiti na pretpostavku da karotinoidi klasa (dok je klasa zelen) učestvuju u fotosintetičkim procesima. Prema nekim autorima kao na primjer Monseevoj (1945) u konusu rasta stabla nekih vrsta žita, a naročito u konusu rasta klasa od VI do VII etape organogeneze zapaženo je prisustvo pigmenta hloroplasta. Autor smatra da ovi pigmenti stimuliraju dalji razvoj glavnih i bočnih konusa klasa. Prema tome izgleda da je i kod pšenice kao i nekih drugih biljnih vrsta sadržaj karotinoida povezan s generativnim razvićem.

Zaključak

Na osnovu napred iznetih podataka mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Najveći sadržaj karotinoida kod svih ispitivanih sorata pšenice zapažen je u prvom listu (zastavičaru), zatim u drugom, a znatno niži u donjim listovima. Činjenica da je najveći sadržaj karotinoida u listovima raspoređenim u zoni klasa ukazuje na povezanost karotinoida sa procesima razvića reproduktivnih organa, odnosno klasa.

2. Najveći sadržaj karotinoida zapažen je u fazi klasanja, odnosno u fazi cvetanja, a zatim ovaj sadržaj opada do kraja voštane zrelosti. To ukazuje da je najverovatnije sadržaj i metabolizam karotinoida između ostalog povezan i sa procesima generativnog razvića klasa, odnosno sa etapama organogeneze.

3. Sadržaj karotinoida u vršnoj internodiji u fazi mlečne i voštane zrelosti vrlo je značajan i može da rekompenzira smanjenje karotinoida u nižim listovima.

4. Sadržaj karotinoida u klasu bio je za 5 do 10 puta manji u odnosu na njegov sadržaj u listovima i vršnoj internodiji. Karotinoidi klasa pored procesa fotosinteze imaju i ulogu u metabolizmu materija pri formiranju pojedinih delova sjemena i pri njegovom dozrevanju.

5. Sadržaj karotinoida u pojedinim listovima i drugim zelenim organima bio je različit kod ispitivanih sorata. Nešto veći sadržaj karotinoida zapažen je kod kasnozrelih i srednjezrelih sorata u odnosu na ranozrele sorte.

INVESTIGATIONS OF DYNAMICS OF THE CONTENT AND METABOLISM OF CAROTINOID IN DIFFERENT LEAVES AND OTHER GREEN ORGANS IN SOME WHEAT GENOTYPES

SUMMARY

On the basis of above mentioned data the following conclusions can be drawn:

The greatest content of carotinoid in all investigated wheat varieties was observed in the flag leaf, then in the lower one whereas in all leaves it was considerably smaller. The fact that the greatest content of carotinoid is found in leaves which are distributed in ear zone indicates a correlation between carotinoid and development processes of reproductive organs, respectively ear.

The greatest content of carotinoid is observed in heading phase, respectively in flowering phase and wadrs this content decreases to the end of wax maturity. It indicates that the content and metabolism of carotinoid, among other things is most probably connected also with the processes of generative development of ear, respectively with the stages of organogenesis.

The content of carotinoid in peduncle in the phase of milk and wax maturity is very important and it can recompensate the decrease of carotinoid in lower leaves.

The content of carotinoid in ear was for 5 to 10 times smaller related to its content in leaves and peduncle. Ear carotinoids beside the process of photosynthesis take part also in metabolism of materials at the formation of the individual parts of seed and its maturing.

The content of carotinoids in individual leaves and other green organs was different in the investigated varieties. Slightly greater content of carotinoid was observed in latemature and mean-mature varieties related to the early-mature ones.

LITERATURA

1. Novikov B. A., Vitkovskaja V. V.: Dinamika zelenih i žltih pigmentov v ontogeneze jarovoj pšenici. »Problemi fotosinteza« Izd. AN SSSR, Moskva, 1959.
2. Lebedev S. I.: Fotosintez Izd. UASH, Kiev, 1961.
3. Gjubbenet E. R.: Rastenie i hlorofil, Izd. AN, SSSR, Moskva Lenjingrad, 1951.

4. Gudvin T.: Sravnitel'naja biohimija karotinoidov. Izd. inostranoj literaturi, Moskva, 1954.
5. Britikov E. A., Laščénikova R. N., Visarionova V. J.: O mehanizme dejstvija čužerodnoj pilci na samooplodotvorenje perekrestnoopilitelej. Fiziologija rastenij, Tom 2, Vip. 5, 1955.
6. Čupina T.: Dinamika sadržaja karotinoida i slobodnih aminokiselina u pojedinim listovima u zavisnost o broju i rasporedu biljaka kukuruza. Agronomski glasnik br. 5, Zagreb, 1968.
7. Biskupskij M. M.: K biologiji dozrevanija zarodišej nekatorih hlebnih zlakov. »Doladi VASHNIL«, 2, 1965.
8. Lomagin A. G.: Vlijanie sveta na ustojčivost rastitelnih kletok k povreždeniju. Uspěhi sovremenoj biologii, T 67, vip. I, 1969.
9. Griffithsetal.: Nature, 176, 1211, 1955.
10. Saakov V. S.: Okislitel'nij metabolism karotina i ego fiziologičeskaja rol v liste. »Dokladi AN SSSR, Tom 180, No I, 1968.
11. Saakov V. S.: Sezonnaja dinamika i vnuternnaja vzajmosvjaz pigmentov sistemi karotinoidov. Dokladi AN SSSR, Tom 171, No I, 1966.
12. Šlik A. A.: Metod mečenih atomov v izučénii biosinteza hlorofila, Izd. AN SSSR, Minsk, 1956.
13. Lebedev S. I., Kirjaceva O. H.: O roli pigmentov plastid v procese rpa rastenij. Fiziologija rastenij, Tom 13, Vip. 5, 1966.
14. Sijan P. N., Lebedev S. I.: O biohimičeskikh izmenenijah v etiolirovanih proroskah kukuruzi pri ih zelenenii. Fiziologija rastenij, Tom 13, Vip. 5, 1966.
15. Bjorkman O.: Physiol, plantarum, 19, 3, 618, 1966.
16. Lundegardh.: Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 55, 5, 1062, 1965.
17. Sapožnikov D. I.: Biohimia i biofizika fotosinteza, Moskva, 1965.
18. Krinsky N. I.: Siochim. et biophys. acta, 88, 3, 1964.
19. Čupina T., Gerić I.: Uticaj nekih faktora na obrazovanje biljnih pigmentata kod različitih sorata pšenice, »Savremena poljoprivreda«, Br. 4, Novi Sad, 1961.
20. Strebeyko P.: Wahanie zavartosci vody u lisciah roslin upravnyh jako wskaznik i miara wahan bilansu wodnego. Roczniki nauk Rolniczych, Tom 79—D—2—115, 1957.
21. Strebeyko P., Rutkowska B., Karšperska.: Wahania zawartosci wody w lisciah traw. Roczniki nauk Rolniczych, Tom 37—F—2, 1959.
22. Zemskij V. G.: O jarusnoj izmenčivosti listev u pšenici. »Izvestija TSHA« Vip. 3, 1967.
23. Petinov N. S., Čan—Lun.: Fiziologija rastenij, Tom 9, Vip. 3 1962.
24. Dobrunov L. G.: Fiziologičeskie izmenenija v ontogeneze rastenij. Alma—Ata, 1956.
25. Kravcova B. E.: »Dokladi AN SSSR, 115, 4, 1957.
26. Porter N. K., Pal N., Martin R. V.: Ann. Bot. 14, 53:55, 1950.
27. Watson D. J., Thorne G. N., French S. A.: Ann. Bot. 27, 105:1, 1963.
28. Dobrunov G. M.: Dokladi AN SSSR, Tom 130, No I, 1960.
29. Birecka H., Dakić—Wlodkowska L.: Rhotosynthesie, translocation and accumulation of assimilates in cereals during grain development. Part IV. Acta societatis botanikorum Poloniae Vol. XXXIII, No 2, 1964.
30. Sarić M., Hadžijev D., Čupina T.: Sadržaj hlorofila, karotina i ksantofila kod nekih sorti pšenice. »Savremena poljoprivreda« br. 9, 1959.

31. Kassjanska A. G., Nasirov J. S.: O dejstvii genetičeskikh faktorov na fotosintetičeskij aparat. Fiziologija rastenij. Tom 15, vip. 3, 1968.
32. Gjubbenet E. R.: Vlijanie fotoperiodičeskoj indukcii postojanim i perevisti-
stvom svetom na rastenija i razvitie rastenij. Izvestija Estonskogo naučnogo
instituta Im. P. F. Lesgafta, Tom 23, 1940.
33. Gjubbenet E. R.: Dejstvie prerivistogo sveta na nakoplenie hlorofilla
v proroskah i v ontogeneze rastenij. Dokladi na Vsesojuzni sovešč. po
fiziologii rastenij, I. 1946.
34. Žukova G. J.: O kačestvenom sostave pigmenogo kompleksa plastid
zelenogo zarodiša nekatorih pokritosemenih. Botaničeskij žurnal. Tom 52,
No 8, 1967.
35. Moiseeva M.: K voprosu o funkcii hlorofilonosnoj tkani v sosudistih
pučkah stblja. »Dokladi AN SSSR, Tom 49, No 9, 1945.«

Dr Josif Mickovski
Institut za duvan — Prilep

SUZBIJANJE KOROVA U DUVANU UPOTREBOM PREPARATA PATORANA

U poslednje vreme čine se napori da se problem zakoravljenosti duvana reši upotrebom herbicida. Zbog toga u mnogim zemljama naučno-istraživačka služba ispituje vrednost pojedinih herbicida za suzbijanje korova u duvanu. Tako u Austriji i Zapadnoj Njemačkoj ispitivanja su vršena primenom herbicida Patorana, u Belgiji ispitivana je vrednost herbicida Linurona, Monolinurona, Lenacila i Tenorana. U Mađarskoj Markizan 50, u Italiji Rownate 4 E i Dacthal W 75, a u Bugarskoj Vegedex, Radox, Patoran, Tupersan, Glenbar i dr.

Za Patoran L. Schipfer (1966—67) navodi da je jedan od najefikasnijih herbicida za suzbijanje korova u duvanu. Ima izrazitu fiziološku selektivnost prema duvanu i pozitivno utiče na prinos duvana. Ovaj herbicid u Zapadnoj Njemačkoj bio je upotrebljen pre rasađivanja duvana u količini od 4 kg na ha. U ovoj dozi pokazao je efikasno herbicidno dejstvo. Na tretiranim površinama nije bilo korova za vreme od 6 meseci (Schmid 1967).

Prema provedenim ogledima A. De Baetsa, J. Stryckersa i M. Van Himme (1966) preparati: Linuron, Monolinuron, Lenacil i Tenoran pokazali su herbicidna svojstva uglavnom prema jednogodišnjim korovima u duvanu. Procenat broja uništenih korova za Linuran i Monolinuran u količini od 0,5 kg po ha bio je do 79%, za Lenacila (1,2 kg po ha) i kombinaciji Linurana + Lenacila od 84—89% i za Tenorana (5 kg na ha) do 80%. Pored nabrojanih herbicida koji su derivati ureje, postoje i herbicidi druge hemijske osnove, koji mogu da nađu primjenu za suzbijanje korova u duvanu. Takvi herbicidi prema Glennu C. Klingmanu (1967) su: Planavin, Sindone, Balan, Tillam, Diphenylamid i kombinacije Balan + Tillam ili Balan + Vernam. Ovi su osobito efikasni u suzbijanju širokolisnih korova i trava u duvanu. Navedeni herbicidi nisu fitotoksični i ne utiču na hemijske komponente kao što su: ukupni ugljeni hidrati, nikotin i nornikotin.

Herbicid Markizan 50 prema J. Mogera i G. Farkasa (1966) može se koristiti za tretiranje zemljišta između redova duvana, a za Rownate 4 E i Dacthal W 75 M. Puzzilli, C. Antonelli i D. Cremaschi navode efikasnost herbicida u suzbijanju korova u duvanu i da su selektivni.